TURING 图灵新知



Journey of the Universe

宇宙的历程

[美] 布赖恩·托马斯·斯怀默
[美] 玛丽·伊夫琳·塔克 / 著
楼伟珊 / 译

中国工信出版集团
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

数字版权声明

布赖恩·托马斯·斯怀默
（Brian Thomas Swimme）

1978年从俄勒冈大学数学系获得博士学位，现为加利福尼亚整合研究学院教授。他致力于加深人们对于宇宙演化的理解，并为此成立了宇宙的故事中心（The Center for the Story of the Universe）。他创作了多部图书和纪录片，包括与托马斯·贝里合著的《宇宙的故事》（*The Universe Story*）。

玛丽·伊夫琳·塔克
（Mary Evelyn Tucker）

1985年从哥伦比亚大学获得宗教史博士学位，专攻东亚儒学，现为耶鲁大学林业与环境科学学院、神学院以及宗教研究系的高级讲师和研究学者。出于对日益严重的环境问题的关切，她发起和组织了宗教与生态学论坛。她曾与托马斯·贝里长期合作。为传播贝里的理念，她与布赖恩·托马斯·斯怀默合作推出了“宇宙的历程”教育项目。

TURING 图灵新知

Journey of the Universe

宇宙的历程

[美] 布赖恩·托马斯·斯怀默
[美] 玛丽·伊夫琳·塔克 / 著
楼伟珊 / 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目（ＣＩＰ）数据

宇宙的历程 / (美) 斯怀默, (美) 塔克著 ; 楼伟珊译. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2016.1
(图灵新知)
ISBN 978-7-115-40009-3

Ⅰ. ①宇… Ⅱ. ①斯… ②塔… ③楼… Ⅲ. ①宇宙－普及读物 Ⅳ. ①P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第176551号

内 容 提 要

我们从哪里来？我们为什么存在？我们与地球上的生命应该如何共存？人类从诞生之初起就在一直苦苦追寻这些问题的答案。在这本小书中，作者巧妙融合了科学知识与东西方的哲学智慧，娓娓讲述了一个关于宇宙、地球和人类演化的史诗故事。而这个故事将改变我们对于物质和时间的旧有认识，重新唤起我们对于人类在宇宙中的角色和使命的思考。

◆ 著 [美] 布赖恩·托马斯·斯怀默
[美] 玛丽·伊夫琳·塔克
译 楼伟珊
责任编辑 傅志红
责任印制 杨林杰
◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 http://www.ptpress.com.cn
北京 印刷
◆ 开本：787×1092 1/32
印张：5.5
字数：101千字 2016年 1 月第 1 版
印数：1－5 000册 2016年 1 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字：01-2014-6526号

定价：39.00元
读者服务热线：(010)51095186转600 印装质量热线：(010)81055316
反盗版热线：(010)81055315
广告经营许可证：京崇工商广字第 0021 号

版 权 声 明

谨以本书献给

南希·克拉文斯，

历程中的朋友和同伴。

多么怀念我们在一起的日子，

尤其是在金门公园的日本茶花园一道品茶。

致　　谢

如此这样一项工作本身已经成为一段伟大的历程，许多人与我们一起走过了这段历程。我们非常感谢他们，还有那些在我们创作这本书和同名纪录片的一路上激励过我们的人。托马斯·贝里从一开始就与我们在一起，正是他向我们揭示了我们这一代人的“伟大的事业”，那就是改变目前的人类–地球关系，使之从破坏性的转为互利性的。

这一伟大事业的愿景是我们以及许多支持我们的人所共享的，这些人包括南希·克拉文斯、马蒂·卡普兰和温迪·卡普兰、布鲁斯·博克特、拉维尼娅·柯里尔、苏珊·奥康纳、黛安娜·布兰克、黛安娜·艾夫斯、戴维·奥尔、南希·肖布、琼·贝里、博卡拉·勒让德尔、彼得·蒂格、芭芭拉·萨金特、芭芭拉·库欣、理查德·拉思本、阿尔伯特·尼尔森、克莱尔·霍尔沃德、罗杰·库克和琼·西里

洛、伊迪丝·埃迪，以及玛丽·伊丽莎白·塔克和珍妮·斯怀默。

此外，我们创作这本书和同名纪录片的工作也得到了多家基金会的帮助，它们包括格梅斯豪森基金会、肯德达可持续基金、康普顿基金会、恩格尔哈德基金会、全球共同体基金会、卡利俄佩基金会、刘易斯基金会、新优先事项基金会、内森·卡明斯基金会、萨查鲁纳基金会、度母基金会，以及潮汐基金会。

我们还要感谢本书原稿的所有审阅者，其中很多是我们多年来的重要合作者。我们尤为感激科学家克雷格·克歇尔、拉里·爱德华兹和特里·迪肯，还有马克·贝科夫、巴布·斯马茨、安·贝里·萨默斯、斯科特·桑普森、托德·邓肯、拉斯·吉尼特、迈克尔·怀塞申，以及克劳德·伯纳德。厄休拉·古迪纳夫对原稿的细致审读和敏锐洞见给我们带来了难以估量的助益。

深深感谢以下同事对我们的工作给予了评论：约翰·格里姆、斯蒂芬·洛克菲勒、布赖恩·布朗、米丽娅姆·麦克吉利斯、戴维·肯纳德、安妮·罗伯茨、里克·克拉格斯顿、马蒂·卡普兰、希瑟·伊顿、安妮·玛丽·多尔顿、克里斯·查普尔、玛格丽特·布伦南、路易斯·赫尔曼、尼尔·罗金、许姆·法默、约翰·科布、凯瑟琳·凯勒、拉里·拉斯马森，以及约翰·霍特。衷心感激加利福尼亚整

合研究学院的同事，尤其是罗伯特·麦克德莫特、里克·塔尔纳斯、肖恩·凯利、伊丽莎白·艾莉森、埃里克·韦斯、雅各布·舍曼，以及阿龙·韦斯，他们在一次难忘的午后研讨会上给我们提供了重要的反馈意见。

感谢多位天赋卓越的作家，凯瑟琳·迪安·摩尔、斯科特·罗素·桑德斯以及艾莉森·霍索恩·戴明，感谢他们对文本的精心审读。格斯·斯佩思对这项工作的费心竭力出乎我们意料，所以万分感激。

我们还必须要特别提及阿瑟·费伯尔在整理参考文献上所提供的宝贵的帮助。他对这方面文献的广泛了解源自他三十多年的积累。此外，辛西娅·布朗也提供了有益的建议。我们的网站管理员伊丽莎白·麦卡纳利和萨姆·米基为网站制作了一份简要的带注释的参考文献。

在耶鲁大学，林业与环境科学学院院长彼得·克兰爵士对我们的支持始终不遗余力。在耶鲁大学出版社，我们从杰夫·希尔精心的编辑工作中受益良多。我们还要感谢汤姆·洛夫乔伊、乔治·费希尔、戴维·奥尔以及 J. 贝尔德·卡利科特的读者审读报告。而要是没有塔拉·特拉帕尼殚心竭力地整理原稿，我们将无法赶上交稿日期。她向来都是这么棒。

特别的谢意还要献给耶鲁大学出版社的科普图书编辑琼·托马森·布莱克。她对细节的关注和妥当处理很好地说

明了她如何能在过去近二十年时间里出版了这么多优秀的科普图书。琼从一开始就理解了这本书，并和我们一样，也非常欣赏洛伦·艾斯利那些巧妙融合了科学与人文科学的文字。

最后，我们要向自己的伴侣，约翰·格里姆和丹尼丝·斯怀默，致以最诚挚的谢意。你们的笑容是鼓励我们走完这段历程的动力。

目　　录

第一章

宇宙的发端

试想我们仿佛首次体验地球之美——鸢飞鱼跃，飞瀑叠嶂，美不胜收。再试想地球家园之广袤以及宇宙之无垠——星系、恒星、行星，不可胜数。身处如此宏伟壮丽当中，我们不禁会问自己一个简单的问题：我们能找到一种方式将自己深深纳入这幅宏丽图景当中吗？要是能的话，这会让人类更好地参与到这颗星球上生命的生生不息当中吗？

本书是一份邀请，邀请大家踏上一次通往壮丽辉煌的历程——一次前人无从充分体验的通往壮丽辉煌的历程。

直到我们这一代，这个宇宙故事中的诸多科学维度才首次为人类所全面了解。我们现在知道，可观宇宙诞生于一百三十七亿年前，我们目前居住在一颗绕太阳运转的行星上，而太阳只是银河系中数万亿颗恒星中的一颗，银河系外更有数十亿个星系，所有这一切都包含在一个不断演化而又充满创造性和相互关联的宇宙当中。随着我们的经验观察被现代

科学大大扩展，我们现在逐渐意识到，我们的宇宙是一个极其宏大的能量的事件，最初始于一个小点，后来演化出了星系和恒星、棕榈和鹈鹕、巴赫的音乐，以及今天的你我。当代科学的一大发现就是，宇宙并不是简单一个地方，而是一个故事——一个我们身处其中、归属其中并从中而来的故事。

这个故事能让我们更深刻地体悟我们是谁。正如一花一世界，银河系是以星系形式浓缩的宇宙，我们也是以人体形式浓缩的宇宙。每次我们仰望夜空，惊叹于宇宙的大美，这时实际上是宇宙在思考它自身。

而这将改变所有的一切。

故事

每个文化都有其核心故事，不论它们是口耳相传的，还是书之文字的。这类故事包含着各自文化认为最可宝贵、最为有用、最居核心以及最是美好的东西。它们被认为包含了人们在面对种种亘古常新的挑战时应当如何定位自己的答案。这类故事当中的一些被人们如此看重，因而被一代又一代人所传颂。比如，荷马的《奥德赛》就在西方流传了或许将近二十八个世纪。而在南亚，《摩诃婆罗多》的故事也被传唱了超过两千年。以各不相同但都极为宝贵的方式，它们及其他许多故事仍在继续影响着这颗星球上的数十亿人。

这类故事毫无疑问在未来仍将被传颂，但与此同时，一个新的涵盖万端的故事已经出现。尽管它的出现只有几个世纪的时间，但它已然开始深刻地影响和改变人类了。这就是宇宙发展史的故事，就是我们的可观宇宙的演化历程的叙述。这个故事有着（并仍将继续会有）许多不同的名字。不过，要是我们可以将《新约》视为讲述了一个基督教故事，将《摩诃婆罗多》视为讲述了一个印度教故事，那么或许对于这个新叙述最简单的描述就是，它讲述了一个宇宙故事。

这个宇宙故事与其他更传统的叙述之间的一个差异在于，对于这个更新的故事，我们还有一个“关于故事的故事”，即关于我们是如何逐步觉察到这个宇宙故事的历史描述。它始于十六和十七世纪，那时我们意识到地球并不是静止不动的，而是在绕太阳运行。在十八世纪，随着我们开始意识到人类心智乃至人类社会都不是静态的，相反它们都有着经过许多个世纪才得以形成的各种形式和结构，这种思想得到了进一步扩展。接着在十九世纪，我们发现生命形式本身也随时间发生过一系列重大的转变，甚至连岩石也并非亘古不变，而是同样在整个地质历史中发生过深刻的变化。最终，在二十世纪，我们开始认识到，恒星也发生过剧烈的改变，星系也是如此，而尤为令人惊讶的是，整个可观宇宙同样经历过一系列不可逆的转变。

这次精彩的历程不仅会吸引科学家，同样也会引发非科

学家的惊叹。并且它还会让一些宗教传统重新思考或扩展其世界观。显然，当初哥白尼清楚自己日心说的激进性质，所有才没有选择在生前发表。达尔文也曾纠结于自己的生命演化观点的革命性意涵。而到现在，我们仍在努力面对哥白尼、达尔文以及其他许多科学家在过去五个世纪里所带来的世界观转变。为什么会这样？因为这是一个如此涵盖万端的故事，它挑战了我们对于我们是谁、我们在宇宙中可能的角色的原有理解。我们的存在是出于偶然，出于必然，出于运气，还是有其目的？这个不断变化的宇宙中的创造性，其本质又是什么？

要想更充分地回答这些问题，并让这个宇宙故事整合进世界各地多样化的人类文化当中，这还有待时日。本书也无意要取代或忽略其他那些故事，而是试图在此阐述这样一个挑战——创造一个共享的未来。在今天我们面前的一个大好机会是，以某种方式讲述这个新的宇宙故事，从而使得它可以帮助人类在面对以下这些紧迫问题时定位自己：我们从哪里来？我们为什么存在？我们应当如何共存？地球共同体如何才能生生不息？

宇宙的诞生

让我们从头开始讲起。宇宙如何而来？

这显然是个令人望而生畏的大问题，但现在看来，它确实有个发端。有些科学家将这称为大爆炸。不妨把这想象成一次光和物质（包含后来最终成为恒星和星系的亮物质以及一直未被人看见的暗物质）的大迸发。所有的时间和空间、物质和能量都始于一个温度达数万亿度的点，然后一切分崩离析，开始膨胀。

发现宇宙由膨胀而来并且现在仍在膨胀是人类历史上最伟大的发现之一。在现代西方社会，长久以来的通常认知是，宇宙是万事万物（大到恒星，小到原子）所在的广袤空间。虽然科学家早已知道，宇宙中的物质会发生形态的改变，但他们仍习惯于假定，宇宙作为一个整体并不会发生变化。然而，这个假定后来被证明是错误的，因为宇宙在不断发展，宇宙有其故事——一个发端，一个中段（我们现在所处的阶段），以及或许在难以想象久远的未来，一个结尾。

这个伟大发现要部分归功于科学家埃德温·哈勃。二十世纪二十年代，在加州南部的威尔逊山上，他利用一部一百英寸口径的望远镜研究夜空，试图确定我们的银河系是否是宇宙中唯一的一个星系。结果他不仅发现了，宇宙中遍布各式各样的星系，而且他还确认了，这些星系都在相互远离。在哈勃工作的基础上，现在科学家已经认识到，整个可观宇宙曾经比一颗沙粒还小，它从一个小点经过数十亿年的猛烈膨胀才成为现在的样子。宇宙是由膨胀而来的。

然而，我们的宇宙中还存在另一种基本的作用力：将事物吸引到一起的力，我们称之为引力。随着宇宙的膨胀和冷却，引力将一些物质吸引到一起，形成星系和恒星。膨胀与坍缩，这两种相对的动态过程在宇宙的诞生之初起着主导作用。宇宙的膨胀使得物质从发端时的小点相互远离，引力则使这些物质重新聚集到一起。我们现在知道，宇宙作为一个整体，从其发端至今，一直被这两种相对且富有创造性的动态过程所塑造。

这个双重的过程与生命的呼吸和血液运动有着惊人的相似之处。我们的肺部起伏翕张，我们的心脏跳跃舒缩。借助这些基本的运动，我们才得以存在。可以说，我们的生命之所以可能，正是因为宇宙这种翕张的韵律。那么我们的一吸一呼、一舒一缩是时刻在反映我们宇宙大尺度上的动态过程吗？但有一点我们至少是确定的，正是由于宇宙的这一大“张”，生命和人类才得以出现，得以现在能在宇宙里面呼吸。

原子核与结合

在大爆炸之后几微秒内，宇宙生成了夸克和轻子等基本粒子，紧接着夸克结合形成了质子和中子，后者在一片黏稠的等离子体中漫无目的地游荡。这时的宇宙几乎没有什么结

构存在。这些量子之间会相互碰撞，发生互动，然后又分解开来，继续在瞬间与不同的伙伴碰撞上上百万次。

但现有的早期宇宙的数学模型告诉我们，即便只是在大爆炸之后几分钟后，更多的结构就已经开始出现。基本粒子之间开始形成稳定的关系。一个中子可能会与一个质子发生互动，并且它们不再分解开来，而是从此结合在了一起。起初，这些新的结合体很快会被其他粒子所撞裂破坏。但随着宇宙继续膨胀和冷却，这些原始的双合体和三合体开始得以保留下来。

宇宙正是在这样的结合和分解当中，不断演化出了越来越复杂的共同体。而这些简单的原子核就是最早一批存在于基本粒子当中的复杂共同体。不过有趣的是，所有的关系都要付出一定的代价，即便在这样的量子层次上也是如此。一个中子不是简单就能与一个质子相结合。为了相结合，中子和质子都不得不进行一番转变。它们各自丧失了部分质量，而这些质量变成能量，以光的形式释放进了宇宙。以前可有谁能想象到这一点？谁能猜得到，创造一个量子共同体会要求粒子贡献出部分质量？或者其创造会伴随着光的产生？

所以即便在诞生之初，我们的宇宙也是在不断创造关系。当然，在理论上，我们可以想象出与此不同的另一番景象。我们可以在理论上讨论另一种全然不同的宇宙，其中的粒子相互孤立，之间不存在相结合的关系。这样的一个宇宙

将是一盘散沙，有的只是相互之间完全独立的不可计数的粒子。但在我们的可观宇宙中，各式各样的结合所在皆是。即便在诞生之初，宇宙就产生出了简单的原子核，并在这个过程中将大量的质量转变成了光。随着中子和质子聚变成第一批原子核，整个宇宙便充溢着这种新的辐射。总之，这样的结合处于物质的核心，也是一切的关键。

时机与创造性

置身于一个难以想象广袤和复杂的宇宙当中，我们不免会试图寻找有意义的自身定位，以便使自己的生活图景变得完整。所以诸如宇宙的本质是什么、我们在其中的角色又是什么等问题贯穿了人类历史的始终。而现如今，通过思考这类问题，我们希望能在这个全球性文明日渐成形的时代让自己的生活过得更为完整、深刻。

在探寻意义的整个过程中，我们对于宇宙所持的基本图景至关重要。不过，单幅图景无法反映宇宙的全貌，所以我们需要多幅图景或隐喻。在前文中，我们已经考虑过了至少三幅宇宙图景。我们谈到了从一个小点发展出各式结构的宇宙，谈到了像心肺那样膨胀和坍缩的宇宙，还谈到了物质的演化及其言下之意——宇宙中充斥着各种使其复杂性增加的共同体。

当我们考虑在宇宙诞生之初这些原子核的起源时，另一幅图景便自己浮现了出来，一幅种子生长的图景。当一颗种子萌芽时，它起初集中注意于根的生长，然后转而注重茎叶的生长。这个生长过程是一个复杂而富有创造性的最优化安排。类似地，宇宙在一开始专注于制造原子核。这个过程只持续了短暂的一段时间，然后就停止了，继而其他过程开始。这里一个有趣的事实是，如果宇宙当初继续进行原子核的制造，直到比如铁，那么铁原子核将永远占据大多数。

但事实上宇宙在不断膨胀和冷却，适合制造原子核的条件转瞬即逝，就像它们起初转瞬出现时那样。经过一个所有轻原子核被制造了出来的短暂阶段之后，工作重心发生了转移。某些新的东西即将出现，这与种子的生长过程不无相似之处。而这种时机的动态变化在宇宙发展史的此后将近一百四十亿年里还将反复出现。

膨胀与生命的出现

可观宇宙最令人叹为观止的特征之一是其膨胀速率的精确。要是当初其膨胀速率慢点，甚至只是略微慢点，哪怕是慢上一亿分之一，宇宙都会重新坍缩。故事结束。

反过来，要是当初宇宙膨胀得稍为快点，甚至只是快上一亿分之一，宇宙都会膨胀得太快而致使结构无法形成。到

时宇宙中有的只是四散的尘埃，而没有结构去孕育生命。

我们生活在一个膨胀速率恰好适合生命出现的宇宙当中。当科学家首次发现这一迷人的事实时，他们都渴望理解其中的原因。究竟过去发生了什么，使得我们的宇宙成为现在这个样子？

随着理论宇宙学家开始探究孕育生命的宇宙如何而来的谜团，一个理论引起了人们的注意。它最早由原苏联科学院朗道理论物理研究所的阿列克谢·斯塔罗宾斯基提出，后由如今在麻省理工学院的阿兰·古斯形成更为完整的形式。根据爱因斯坦的思想及其广义相对论，这些宇宙学家提出，一种可能的解释是，在大爆炸之后极短的时间里，引力的作用方式不是吸引而是排斥。正是这种排斥性的引力使得宇宙发生暴胀，使其恰好达到临界膨胀速率。换句话说，宇宙借助暴胀机制加快了自己的膨胀速率，使得其中可以孕育出结构和生命。

著名物理学家弗里曼·戴森也曾思虑及此，试图弄明白这一切。他意识到自己对在宇宙中的归属感找到了一种新的视角："我对宇宙及其结构的细节研究得越多，我找到的表明宇宙在某些意义上必然事先知道我们将会出现的证据就越多。"[①]当然，无论在哪种明的意义上，人类在宇宙发端之

① Freeman J. Dyson, *Disturbing the Universe* (New York: Harper and Row, 1979), 250.

时都并不在场。但戴森的言下之意是，生命暗地蕴含在宇宙的动态过程当中，从其发端之时便是如此，而我们现在正在逐渐认识到这当中的种种方式。

原子与相互吸引

相互吸引位于所有层次的存在的创造性的核心。当宇宙还不到五十万岁时，物质依然以黏稠的等离子体形式存在，其中的主要构成是氢原子核、氦原子核以及电子，而所有这些都沐浴在一片光的海洋当中。但随着宇宙继续膨胀和冷却，转变发生了——电子和质子相互吸引，形成了第一批原子。

原子的结构由带电粒子之间的电磁相互作用所主导。同性相斥，异性相吸。因此，带负电的电子和带正电的质子相互吸引，形成了氢原子和氦原子。宇宙作为一个整体也发生了转变，从一片辽阔的由基本粒子构成的等离子体海洋变成了一团团无休止涌动的由大得多的原子构成的气体云。

我们无法完全解释清楚为什么质子与电子会相互吸引。说异性相吸其实并没有回答它为何会如此的谜团。没有外在的力量把它们推到一起，它们不是受到所谓“电磁相互作用”才相互吸引。相反，它们相互吸引是各自本性使然。

异性相吸，形成原子，这个事实不禁让我们感到惊讶。

而对此感到惊讶的又是谁？不是别的，正是我们人类——这些原子在很久以后的一种发展产物。质子和电子之间的相互吸引并不是又一个关于我们宇宙的孤立事实。相反，质子和电子之间的相互吸引正是宇宙孕育出更大复杂性（包括在将近一百四十亿年后出现的我们）的一种方式。

宇宙变得透明

科学家发现的一个迷人事实是，微观层次上的一个改变，竟然能够实际上改变宏观宇宙的整体属性。我们可以从第一批原子出现的影响中看到这种动态过程——随着原子的诞生，宇宙变得透明了。

这个转变可以看成是一场大雾消散。在大雾弥漫时，我们无法看见远处的东西，因为雾中水滴会使光发生散射。在早期宇宙的等离子体中，情形也是如此。光子根本还没跑出多远，就被一个电子或一个质子所吸收和散射了。

但当电子和质子开始结合成为电中性的原子时，一个光子就可以在撞上另一个带电粒子前一直不被散射。光突然间可以沿直线传播了。这些原初的光，其中一些可能会被比如低温气体云的物质吸收而消失，但大多数会在此后的百亿年里继续在宇宙中不受阻碍地穿行。而与此同时，宇宙也展开了其不断深入、不断复杂化的历程。所以今天，当我们把灵

敏的仪器对准夜空时，我们就能侦测到这些来自时间发端之时的光子，并从它们那了解到宇宙诞生之初时的故事。

原子的出现让宇宙进入了其创造性的一个全新阶段。要是当初没有原子形成，那么亮物质仍会以等离子体的形式存在，并被占据主导的暗物质以各种方式分割开来，而明亮的光也仍会在轻子和强子当中来回相互作用，并持续上百亿年。但随着原子的形成，新的可能性出现了。宇宙现在能够开始孕育出新的结构——星系和恒星。

就这样，一个发生在微观层次的事件（氢原子和氦原子的形成）影响到了宏观宇宙的整个故事。宇宙的整个历程，在许多关键时刻，竟然仰赖于发生在微观宇宙里的转变，这着实让人惊奇。这也让我们不禁开始思考这样一个值得注意的想法：或许宇宙作为一个整体的性质是由其组成部分的创造性所塑造的。

第二章

星系的形成

我们该如何去理解我们周围所在皆是的宇宙之美？它们如何而来？蜻蜓或丁香的复杂精致又是从何而来？

这不妨从星系的诞生和发展讲起。甚至在一个世纪前，我们知道的只有整个宇宙中的一个星系：我们所在的银河系。但在进入二十世纪后，我们发现了将近一千亿个星系，它们每个又都包含数十亿颗恒星。那么这对于我们理解自身在如此广袤宇宙中的位置问题意味着什么？

直到现在，我们才开始逐渐了解星系的起源。科学家已经在这方面做出了一些重大发现。当宇宙将近五十万岁时，它就像一团无比巨大的积云，四下扩散。在理论上，一种可能场景是，这团由亮物质和暗物质构成的云只是这样永远膨胀下去。但在我们的现实宇宙中，这团云却是碎成了无数小块的云。每一小块的云在宇宙膨胀的过程中开始聚集到一起，坍缩成为一个星系或一个星系团。因此，它们的大小相

对稳定，相互之间的距离却在持续加大。如此这般，每一小块的云也都开始了各自独特的历程。

在这里，我们得以一窥宇宙中的创造性的某些本质。为了启动自己的创造性发展，一个动态系统有时会试图从涵盖自己的更大网络中脱离出来。只要自己还被紧紧地限制在一个更大系统中，它就一直会受制于人。而一旦它获得了自由，其内在的潜能就能得以发挥和强化，从而孕育出某些全新的东西。

对于宇宙中的创造性的进一步理解则来自于这样一个追问：究竟是什么导致初始的云团碎成了所有这些小块的云？显然，打碎这团云的这股力量也正是驱使宇宙步入一个新发展方向的力量。归根究底，这股力量引发了星系的形成。

对此，科学家发现，微弱的引力波可能是打碎初始云团的力量。那么这些引力波又源自哪里？这里正是最大的惊喜所在，这些引力波源于宇宙本身的诞生。在大爆炸之后的极短时间里，宇宙中到处充斥着引力波。这些波（实质上是物质密度的涨落）随着宇宙的膨胀而四下扩散。最终，它们打碎了宇宙，使得星系得以形成。[①]

所以现在我们知道了，星系是源自宇宙诞生时的原始振动。这些物质的振动显然是某种特殊的创造性力量。或许我

---

① Ben Zuckerman and Matthew Malkan, eds., *The Origin and Evolution of the Universe* (Sudbury, MA: Jones and Bartlett, 1996), 33.

们可以将它们视为某种音乐，某种“天体的音乐”（music of the spheres）。

毕达哥拉斯,这位在两千六百多年为数学科学奠定基础的哲学家，倘若地下有知，想必也会备感欣慰，因为自己的思想继承者发现了，一曲宇宙的音乐催生了千百亿个星系，从而推动宇宙进入了其历程的下一个阶段。

星系团与多中心的宇宙

在这曲宇宙的音乐当中，面对这一个个辽阔无边的结构，我们又能如何自处，如何定位自己？

每个文化都有着各自对于宇宙的理解，从而使其成员在时间和空间中得以定位自己。而这一对人类而言最根本的定位之一不免涉及万物的中心。长久以来，我们曾一遍又一遍地问自己，宇宙的中心在哪里？

对此，每个文化也都有着各自的回答。有些说是某座特别的山峰，诸如西藏的冈仁波齐峰或非洲的乞力马扎罗山。有些则把它定在了具体某座城市，诸如西方的耶路撒冷、罗马或麦加，以及东方的北京、瓦拉纳西或日惹。这些城市也因而成了宗教圣地或政治中心。

我们不难理解这些城市对于各自文化的重要性。凡是能与中心扯上关系，多少就有了某种特殊的意义。比如，世界

中心的市民就有着边远之地的乡民所不具有的尊荣，而任何从中心发出的法律或谕令显然也有着特殊的权威。

在过去五个世纪里，现代西方科学也一直在试图寻找宇宙的中心，但这种努力带来的却是一系列的“去中心化”。我们现在知道，我们先前关于中心的种种观点并不是故事的全部。把人类世界从中心移出的最广为人知的一项发现或许就是，我们发现地球不是变居不动的万物中心，而是在绕太阳运转。这一思想最先由来自希腊萨摩斯岛的阿里斯塔克斯在公元前三世纪提出，后来又由哥白尼在一五四三年独立地重新发现。而过了没几个世纪，进一步的研究又让我们意识到，尽管太阳确实是太阳系的中心，但它并非宇宙的中心。哈洛·沙普利在一九一八年提出证据表明，太阳沿着一个巨大的椭圆轨道在绕银河系的中心运转。这个去中心化过程在二十世纪二十年代更进了一步，当时埃德温·哈勃等人发现，银河系也不是宇宙的中心星系，而只是宇宙众多星系中的一个。

当科学家发现我们的可观宇宙包含着将近一千亿个星系时，他们也惊呆了。不论是科学家，还是非科学家，要想把握我们身处这样一个广袤无垠、不断演化的宇宙的意义，着实都是一个持续的挑战。

然而，二十世纪下半叶一个出人意料的科学进展又让我们对于中心有了一个全新的理解。这个理解与常识不符，把

握起来并不容易，因为它说的是，宇宙并不是只有一个中心，而是有着数百万个——每个超星系团都是宇宙膨胀的正中心。我们生活在一个多中心的宇宙当中，并且只是现在才逐渐开始意识到这个新发现的意义。

比如，我们的银河系及其他数十个星系相互绕转，并作为一个整体（称为本星系群）绕着室女座星系团运转。连同其他绕着室女座星系团运转的星系群，这整个系统就被称为室女座超星系团。我们可以把这想象成有点像一众行星绕着一颗中心恒星运转，其中行星就是各个星系团，中心恒星就是巨大的室女座星系团。而我们现在了解到，这个室女座超星系团是宇宙膨胀的正中心。

但这里的反直觉之处在于，其他超星系团也同样是宇宙膨胀的中心。不妨再把宇宙想象成一只正在膨发的葡萄干面包，而里面的每颗葡萄干都是一个超星系团。我们可以设想自己就在其中的一颗葡萄干上，随着面包膨发变大，我们会看到所有的其他葡萄干都在远离自己。我们还会得出结论，我们并没有在动，因为自己不是在面包中移动。无论我们选取的是哪颗葡萄干，结论都会是如此。这是大尺度宇宙的内在特性。所以在宇宙膨胀的过程中，各个超星系团之间相互远离，同时它们每个又都是静止的。

这个惊人的新视角正在引发我们对于自身所处位置、所在家园的理解的巨大转变。我们现在意识到，我们身处宇宙

的一个中心，而宇宙有着数百万个这样的中心。虽然这并不容易接受，但我们正试着在这些庞然大物当中定位自己，带着惊奇和敬畏。

旋涡星系与恒星的诞生

我们的中心性质如何？它是个好地方吗？是个安全的地方吗？无论我们居住在地球上的什么地方，这些问题时常会跃入我们的脑海。但如果我们问的不是我们居住的区域，不是我们的国家，甚至不是我们的星球，而是我们所在的银河系，那我们又该作何回答？

我们的星系最显著的特征是其旋涡结构。当科学家首次发现旋臂时，他们当时以为，这些旋臂是由物质构成的，并在绕星系的中心旋转。但这个理论后来被证明是错误的。通过纠正自己的错误，科学家认识到了宇宙中的创造性的一大惊人特征。

银河系的旋臂并不是一种静态结构，相反，它们是密度波的表现。密度波在旋涡星系内传播，导致分子云坍缩形成大质量恒星（这些恒星质量大，因而寿命短，在燃烧将近一百万后，就会耗尽燃料而死亡）。密度波的传播，引发一轮轮的恒星形成，这就仿佛一个旋转的风车一般。

这种旋涡结构使得一个星系可以持续地生成恒星。在这

个意义上，旋涡星系是常变常新的。就这样，由于其结构，旋涡星系成了宇宙中孕育新事物的地方。

大致如蛋状的椭圆星系就没有这种创造力。它当中的绝大部分恒星在逐步走向死亡，却没有新的恒星来补充。椭圆星系欠缺的正是生成新恒星必需的结构。

由此得出的一个有趣发现是，宇宙中的创造性并不是平均分布的，而是集中在一些特定地方。在星系的层次上，创造性集中在那些旋涡星系当中。在一个旋涡星系当中，也存在一些地方的创造性比其他地方的更富集。而在这些地方当中，更有一些特定区域，那里的创造性达到了其最大值。意识到自己身处一个层层嵌套的创造性富集区当中，其实也是在层层深入创造性本身。远离创造性的中心，则无异于是一种放逐。

如今，我们对自身存在开始有了更深刻的认识，意识到自己身处的正是创造性的核心。被一个旋涡星系所环抱带动，我们融入了一种多层的、似乎无穷无尽的创造性。

星系间关系与相互激发

星系自身也是源自宇宙中无尽的创造性。而只要有机会，宇宙的动态过程就会激起各种新形式的创造性。在星系之间，这是通过一个可被称为相互激发的过程实现的。

这在银河系的一个卫星星系，大麦哲伦云，那里表现得尤为明显。尽管我们对它的历史还了解得不多，但有些天文学家猜测，大麦哲伦云最初是一个旋涡星系，而数十亿年前的某个灾难性事件导致其旋涡结构被毁。或许是它迎头撞上了另一个星系，又或许是它经过了一个大得多的星系，由于承受不住对方的引力作用而致使自己的大尺度结构崩溃。无论当时情况如何，结果都是它丧失了生成恒星的能力。就这样，大麦哲伦云年纪轻轻，就失去了原有的大好前途。它被遗弃了。此后，它在宇宙中漂泊，随着一颗颗恒星的死亡而一步步迈向注定的最终黑暗。

然后情况发生了变化。在数十亿年之后，大麦哲伦云被我们的银河系所吸引，两者之间建立了引力关系。这让它从此踏上了一条新的命运轨迹。在引力的相互作用下，双方都发生了改变。银河系的潮汐力影响到了大麦哲伦云的恒星系统，使得这个较小星系的结构开始发生改变。由于银河系的存在，大麦哲伦云开始重新焕发了生机。

再然后，复苏发生了。在大麦哲伦云的一个休眠区域，出现了恒星形成的活动。数十亿年以来，大麦哲伦云一直在漂泊，一步步走向死亡。而现在，突然之间，它的潜能由于这种相互作用而被重新激发了，新的恒星开始出现，发出璀璨的光芒。

第三章

恒星的光芒

我们为什么会被恒星如此吸引？我们的有些祖先就认为，恒星是在天上的神明。还有些认为，恒星是在天上向人间灌注美德的天使。现在的科学家则把它们视为巨型的气体球。

这种渴望探究自身与恒星之间关系的需求从古代一直延续到了现在，但二十一世纪的人类在面对这个挑战时拥有了前人所不具备的对于恒星越来越深入的知识。其中或许最为重要的发现便是，恒星是自组织的过程。它们并不只是夜空中似乎亘古不变的明星那样简单。事实上，恒星经历了一系列发展阶段，才得以有其光芒。

恒星光芒的最终根源是什么？是物质在引力作用下产生的强大压力。但这种引力的根源又是什么？严格来说，引力是一种质量效应。试想一团由氢和氦构成的巨大分子云，注定要坍缩形成一颗恒星。导致分子云收缩的引力正是由分子云本身的质量产生的。换言之，这颗即将诞生的恒星的质

量创造了孕育自身所必需的引力。在这个意义上，每颗恒星都是一个自我生成的事件。

而且恒星不仅闪耀，它们还相互共鸣，相互沟通。古往今来，天南地北，没有哪个文化的人类不被浩瀚夜空中的璀璨群星所折服。他们曾经思虑北斗七星的美，也曾被星座的雄伟，被恒星光芒难以言表的庄严所深深打动。许多文化便将自己的生活围绕着它们展开，不仅以此组织自己的个人生活，甚至以从中发现的美和秩序作为自己文明的样板。

在历史上的许多文化中，人类都曾直觉地感到，自己来自于恒星，虽然那时他们还没有科学的经验证据表明，我们的身体是由在恒星中合成的化学元素所构成的。人类在思考天上的群星时，感受到夜空深处冥冥有什么东西存在。他们开始怀疑，自己生命的意义并不局限于白天的纷繁俗事。他们在内心隐约意识到，自己生命的历程是与恒星的历程相互交织的。

恒星的诞生

我们这个宇宙故事的核心是，恒星是我们的祖先。一切便是从它们那里而来。但恒星本身是动态的实体，有其诞生，有其发展，也有其终结，有时甚至是剧烈的终结。下面就是它们的故事。

一颗恒星的诞生始于一团由氢和氦构成的分子云在引力作用下坍缩。随着分子云逐渐收缩，其中的原子被挤压到越来越紧密的空间中，引力势能转化为动能，使得温度缓慢升高。甚至一团一开始只有零下两百多度的分子云，在经过漫长的时间之后，也会慢慢变得热起来。

随着温度升高，恒星诞生的过程重演了宇宙起源时发生的某些过程。等到氢和氦的分子云被加热到数千度时，原子开始解体。氢原子解体为质子和电子，这些基本粒子就在原恒星的核心四下移动，相互作用。

高潮的时刻，也就是恒星诞生的那一刻，出现在温度达到一千万度的时候。在如此高温之下，热核反应发生，基本粒子聚合，生成了新的稳定关系。这有点类似于宇宙诞生之初第一批原子出现时的情景。因此，恒星有着重演曾在数十亿年之前发生的创造性过程的能力。这种原初的创造性也蕴含在整个时空当中，等待着被激活。而在人类的历程中，不同文化的人类发明了多种多样的方式去试图接通这种原初的创新性。

恒星的活动

对于恒星来说，其创造性有赖于维持一种与周遭空间的不均衡状态。而要维持这种不停息的不均衡状态又依赖于引

力与核聚变之间的动态张力。

引力作用使得恒星倾向于不断坍缩。而核聚变，通过在恒星的核心聚合质子和中子并释放出能量，则使得恒星倾向于不断膨胀：物质被向外推，正与坍缩相反。一旦其中一股力量占据了主导，恒星的生命便告终结。恒星之所以存在，只是由于这两股力量在数十亿年里还处于一种创造性的张力当中。

恒星中的原子会抗拒被挤压到一起，因为一个原子的电子与另一个原子的电子相斥。但如果引力作用足够强大，这种抵抗引发的热量会导致原子解体为自由电子和原子核。

而引力没有就此止步。整个过程在原子核层次上重新上演。原子核相互排斥，但如果引力的“挤压”足够强大，这种抵抗也会被克服。相邻几个原子核中的质子和中子靠得如此之近，以至于它们可以聚合形成新的稳定配置，形成新的原子核。在恒星中，这个核聚变过程将氢原子核聚合生成氦原子核，从而释放出足够的能量将物质向外推，抵抗进一步的引力坍缩。

就这样，恒星生存在两个极端之间：一端是引力坍缩，另一端则是热核聚变和向外的压力。所以恒星所处的不是一个静态的世界，而是一个不停息的不均衡世界。而当恒星得以维持自身处于这个远离均衡的世界时，它就能够利用基本粒子创造出氦原子核。

这无疑是科学史上最惊人的发现之一。恒星是转变发生的熔炉，是有着极大创造性的子宫。而且我们不禁好奇，见于恒星中的这些复杂互动是否反映出了宇宙中其他地方的创造性的深层次模式。显然在人类世界中，也存在着相似的互动。比如，我们持续深受吸引和厌恶的强烈情绪的困扰，但即便如此，我们还是能够发展出富含这两种情绪的纽带，并以此作为之后数十年的创造性活动的基础。

吸引和厌恶的情绪在整个过程中有着微妙的消长，而这不仅可能引发心灵的结合，也有可能导致关系的破裂。但这不也正是宇宙的性质——既危险又吸引人吗？那么我们如何发现自己身处同时令人畏惧又引人入胜的几股力量当中？我们又如何在持续的不均衡中存活？但有一件事似乎是确定的：游走于极端之间，宇宙在不断深化其创造性水平。

恒星的爆炸

宇宙中的创造性耗费最巨的成本之一是超新星，一颗爆炸的恒星。对此，一个惊人的事实是，许多大质量恒星注定要以爆炸告终。这样一个事件耗费的能量是宇宙中的任何其他事件所不可比拟的。一颗超新星的威力相当于整个包含一千亿颗恒星的星系的威力。

恒星会极力避免走向这样的终结。对于一颗二十倍太阳

质量的恒星，在它诞生一千万年后，第一个挑战就出现了。在过去的一千万年里，通过在核心将氢原子核聚变生成氦原子核，这颗恒星维持着自己不停息的不均衡状态。但最终，恒星核心的氢原子核被耗尽，全部转变成了氦原子核。来自核聚变过程的向外推的能量消失了。

这时，引力作用会导致恒星坍缩，体积减小。由于没有了抗衡引力的力量，恒星被压缩得越来越小，直到其核心被加热到足以使氦元素聚变生成碳元素。现在，恒星再次进入了一种暂时稳定的状态，因为来自核心的新一股能量足以抗衡引力作用。但这种稳定状态只能维持到核心氦元素枯竭的那一刻。一旦氦元素也被耗尽，前述的过程又会再度上演。恒星持续坍缩，使得核心温度不断升高，直到达到数亿度的高度，使得碳元素聚变为氧元素的过程得以发生。在这个循环结束后，恒星会继续将氧元素聚变为硅元素，如此这般，生成越来越重的元素。

这个过程在恒星核心只剩下铁元素时来到了终点。铁元素的核聚变不会释放能量。所以当恒星的核心成为铁核时，来自核心核聚变的向外推的能量最终消失了。恒星只剩下了自我坍缩一途。

在数以秒计的时间里，恒星的整个核心坍缩成一个小点。这时，核心的所有原子核解体为质子和中子。不仅这颗曾经闪耀的恒星的核心缩成了一个小点，恒星核心生成所有

这些各类元素的创造性也被抹消了。而收缩仍在继续。向内的压力是如此强大，甚至自由电子和质子也被挤压到一起，形成中子。正是在这一时刻，一个大反转发生了——超新星爆发。中微子（在形成中子过程中释放的基本粒子）的力量反转了整个趋势，将恒星外层的剩余物质四散炸开，释放出相当于一千亿颗恒星的光芒。在超新星爆发如此巨大的能量中，新一轮的核合成发生了，创造出了宇宙中的所有元素。镁、钙、磷、碳、金等元素就这样散落到了宇宙中。这个有着极大创造性的子宫孕育出了最终构成我们行星、我们身体的种种元素。构成我们身体的大部分物质都曾经历过这样一个剧烈的爆炸。

超新星是宇宙中的毁灭和创造的最壮观演示。既然我们本身的存在（事实上，生命本身的存在）有赖于此，那我们该对此作何解读？这是否意味着，为了创造出一个碳原子，宇宙需要毁灭一整颗恒星？又或者，如果没有这种剧烈、神秘且持续进行的转变，生命将不可能出现？

第四章

太阳系的诞生

我们的太阳系正是源自如此剧烈的转变。五十亿年前，经由历次超新星爆发生成的一团分子云开始了其引力坍缩，形成了一千个新的恒星系统。在这团巨大分子云的各处，在每个新的聚集中心出现了一颗新的早期恒星，它们仿佛一颗颗璀璨的明珠闪耀在每个中心的核心。其中一个这样的中心后来成了我们的太阳系——太阳及其八大恒星。而这个辽阔的太阳系就像一个子宫，最终孕育出了生命。

那这又是如何发生的？

起初，遍布在我们早期太阳周围的是被超新星爆发抛出的氢、碳、硅及其他各种元素。随着它们在空间中飘荡，这些元素相互碰撞，开始凝聚成微小的尘埃团。经过数百万年的时间，这些“星子”越聚越大，直到达到大块岩石乃至小山的大小。不过，并不是所有的碰撞都会造就体积更大的星子。许多碰撞太过剧烈，使得双方都分崩离析了。但在这个

过程中，有些星子幸运地脱颖而出，迅速吸积周围的松散物质，开始越变越大。我们的太阳系，包括一颗早期太阳、八大行星以及一条小行星带，就这样缓慢成形了。

这里值得注意的一点是，经过极其漫长的时间，宇宙尘埃积聚，形成行星。在宇宙诞生之初，这种宇宙尘埃甚至还不存在，因为有些元素还没有被恒星合成。但在这种宇宙尘埃当中蕴含着生成山脉和河流、牡蛎壳和蓝蝴蝶的巨大潜力。

这样的一种过程在宇宙故事的展开中一次又一次地浮现：宇宙通过重新组合，创造出新的结构，使得新形式的创造性得以出现。

从宇宙尘埃到行星的整个过程剧烈而混沌，但它开辟了新的通往创造性的大门。尽管它发生在数十亿年之前，但现在时不时仍会有东西能让我们回想起当初那个过程。每当我们看见划过夜空的流星时，我们其实是在见证，来自早期太阳系的一块岩石，在独自围绕太阳运行四十五亿年后，终于走到了旅途的终点。

参照行星为自己定位

我们的先人只能凭空猜测行星、太阳以及月球的形成方式。但当他们仰望夜空时，他们也隐约感到，自己生活在一

个能量的海洋当中，与恒星和行星一道随波逐流。于是他们试图通过为行星命名，为恒星的星座赋予形象，来为自己在这个广阔的海洋中定位。这股试图参与到宇宙进程中去的深层次驱动力让人类创造出了神话和传说——在其中，行星被人格化，恒星被分门别类，而太阳成了一个神。

在世界各地的不同文化中，这种迫切的参与感也让人类付出了无数的努力去记录和描绘天空中的运动。与行星的运动协调一致是人类试图在浩渺宇宙中安身立命的一种方式。时间和空间的律动逐渐被人类所感受和把握——历法被编制出来，庆祝节气的仪式被确立，农事周期也被掌握。于是人类的生活得以被行星和恒星所指引——不论是在海上，还是在陆地上。

随着我们现在对于行星（包括其运动和构成）了解得越来越多，我们依然在寻找使自己融入宇宙的方式。当初我们人类克服了重重困难才意识到，我们生活在一颗围绕另一颗恒星运转的行星上。现代科学的一大重要时刻是，开普勒发现行星沿椭圆而非圆形轨道绕恒星运转。这为始于哥白尼的日心说革命迈出了最后一步。直到现在，我们仍在努力吸收这个惊人的事实，即我们生活在辽阔的太阳系里，围绕一颗巨大的恒星运转。

只有到了二十世纪，我们才认识到行星的具体构成及形成方式。行星可以分为两类：大些的气态行星以及小些的岩

石行星。在我们的太阳系中，木星、土星、天王星和海王星是气态巨行星。它们具有足够的引力，能吸附最轻的元素，因而呈现为气体的形式。但它们又不具备足够的引力强度使得核聚变反应发生，因而无法成为恒星。因此，这些气态行星是处在了岩石行星世界与发光的恒星世界之间。

在太阳系中，小些的岩石行星则包括水星、金星、地球和火星。在形成之初，它们都处于熔融状态，后来历经亿万年时间才慢慢冷却下来。最终，水星和火星，从外至里全都冷却变硬。而地球（以及有可能金星）则维持着部分熔融状态。这一特殊条件成为我们太阳系一段新的创造性历程的开端。

地球的动态过程

地球的故事是一颗行星设法维持在创造性带当中，竭力避免陷于翻腾气体的混沌或固态岩石的僵化的故事。当地球仍处于熔融状态时，引力作用使得最重的金属，诸如铁和镍，聚集到了数千千米深处的地核。地核几乎占据了地球半径的一半。在地核外面是富含铁和镁的硅酸盐物质，它们构成了地球内部的中间一层，即地幔。最后，在地幔外面是地球的地壳。它只有五到七十千米厚，由较厚的陆壳和较薄的洋壳组成，前者主要由长英矿物，比如花岗岩构成，而后者主要

由岩浆冷却而成的基性岩石构成。我们可以把地球想象成一个蛋，地核、地幔和地壳分别对应着蛋黄、蛋白和蛋壳。

相同的过程也曾出现在火星上，但它此后一直保持这个状态不变。地球的迷人之处在于，它并没有一直如此，而是继续着一种不停息的不均衡状态。强大的压力以及放射性衰变产生的热量在地幔上部生成了一个有岩浆缓慢流动的软流圈。在软流圈中，物质受热上升，有时甚至冲出地表，成为火山岩浆。而随着物质冷却凝固，它们又下沉返回到地幔深处。这种物质的动态循环，在数十亿年里，一直作为一种更新过程在这颗行星上演。

这种物质上升和下沉的对流正是推动地壳在地球表面运动的动力。十六世纪的探险家，比如麦哲伦，通过环球航行粗略绘制出全球地图，首先注意到了，大陆可以像拼图那样拼到一起。但直到一九一五年，才有一位科学家，阿尔弗雷德·魏格纳，更进一步，提出假说认为，大陆之所以在几何上能拼到一起，是因为它们实际上在移动，而当初它们曾经是一块完整的大陆。又经过了半个多世纪，科学家通过大量理论模型和经验数据最终证实了，地球的地壳确实在移动。

板块构造学说的历史意义可谓重大，堪与达尔文的自然选择学说以及爱因斯坦–哈勃的膨胀宇宙论相提并论。正如爱因斯坦和哈勃的发现让我们认识到整个宇宙处于动态变

化当中，达尔文的学说让我们意识到生命是一个整合的、复杂的叙述，板块构造学说也让我们了解了地球在过去四十多亿年里发展出其地质和地形特征的种种方式。

地球仍在持续不断地通过板块运动改变着自己的面貌。而在板块碰撞之处，物质会下沉熔化，返回地幔深处。正是由于地球处于介于混沌和僵化的创造性带，数以千计的新矿物以及数量众多的高分子聚合物得以在这里生成。其中许多高分子聚合物不见于太阳系的其他地方，它们为地球上的创造性开辟了宝贵的大门。不过，这里的创造性也以种种特别的方式仰赖于地球与其产物——月球之间的动态关系。

月球的吸引

正如夏日夜空中的恒星以其璀璨星光让我们欣喜，月球也让我们着迷。我们感受到其圆缺变幻的律动，被皎洁的月光所吸引，也被月食所震撼。我们还受到月球的神秘影响，就如同其引力作用引发了海洋的潮汐一般真切。满月之时，山盟海誓更易说出；而新月之时，心中的希望和期许也更易萌发。

正如月球的律动反映在了潮汐和阴历当中，月球的神秘力量也在故事和歌曲中被人传颂。月球是世界各地数以百计的神话传说的灵感来源，从欧美的“月亮上的人”到中日的

“月兔”，不一而足。

我们被月球所吸引，这也让我们一直好奇，“月球究竟从何而来”。这个问题直到最近才开始有了眉目。月球的起源可以追溯到我们太阳系形成之初，在四十五亿年之前。我们在前面说过，这正是太阳诞生残留下来的物质聚集成越来越大的星子的阶段。当时，一颗火星大小的巨大星子与原始地球相撞，并在这次地球经历的最剧烈碰撞中将地球表面撞掉了一大块。相撞星子的部分物质融合进了地球。由于当时地球大部分还处于熔融状态，所以它迅速恢复回了球形。

但相撞星子和地球的一大部分物质被抛入太空，形成了围绕地球的一圈岩浆碎屑。随后在一个类似于行星形成的过程中，这些物质冷却聚集，最终形成了月球。由于它较小，它在十亿年后一直维持着由崎岖的高地和平滑的低地构成的地貌。

起初，月球距离地球更近，而地球自转得也更快，每天只有五个小时。在随后的四十多亿年里，月球在逐渐远离地球。现在当我们仰望夜空时，我们看到是一个地球的古老产物，漂浮在一片黑暗的海洋中，通过反射太阳光播散清辉。

太阳将物质变为能量的转变

如果月球掌管着黑夜的奥秘，那么太阳就是白昼的主

宰。同月球一样，太阳也对我们有着极大的影响——我们需要太阳光的温暖和抚慰。而当我们无从得到时，特别是在漫长的冬季，我们会变得沉郁或焦虑。可以说，太阳不仅给世界带来光明，它也让我们的心情敞亮。

在许多文化中，太阳被尊为一个神——埃及的太阳神拉、日本的天照大神等。而诸如英格兰的巨石阵、北美查科峡谷的“太阳匕首”（Sun Dagger），这些伟大的古代人工结构都曾被设计用来测量太阳的运动。在现代，克洛德·莫奈及其他印象派画家则试图在画布上捕捉斑斓的光之舞。直到现在，世界各地的人们仍以各种方式庆祝白昼开始变长的冬至以及白昼开始变短的夏至。

但太阳的能量来源是什么？这又如何影响到地球？这颗燃烧的巨型恒星四下释放出能量，无私地给我们的世界带来光和热。身处一点五亿千米之遥，地球上的我们接受到的只是其中的极小部分。但地球上的所有生命都仰赖于这一小份的能量。

对于太阳的能量来源，我们现在知道了许多前人无从了解的东西。这些知识首先出现在一九零五年，当时爱因斯坦发现了质量和能量是等价的。我们现在知道，太阳每秒种会把四百万吨的自身质量转变成能量。在其核心，氢元素聚合形成氦元素，并在这个过程中释放出光。所以太阳是在将自身转变成了光。每过一瞬间，太阳便有多一点的质量变成能量。

发生在我们太阳系核心的这个转变过程给我们的行星带来了生命，这是一个多么吸引人的发现啊。如果没有太阳，地球上的光合作用和绿色植物就不会出现，其他形式的生命也无从演化而成。生命仰赖于太阳源源不断的能量——太阳光成了整个地球共同体的养分。这是宇宙中随处可见的种种转变过程的要义。这见于极其宏大的超新星爆发，也见于极其微小的化学反应。这就是中国人所谓的宇宙洪炉。[1]

大气与海洋

宇宙洪炉的踪影也可以在地球形成的早期见到。在数百万年时间里，地球就如同巨釜煮汤一般，反复进行着加热和冷却。火山活动不仅喷吐出了炙热的岩浆，也将大量尘埃和水蒸气排放进了大气。而大大小小的星子的撞击则把更多的水和其他化合物添加到了这锅大杂烩中。

地球早期大气的温度是如此之高，降水还没等落到地面便受热变成了水蒸气。当降水最终落到地面时，它们积聚成了湖泊和水塘，但这些也很快被蒸发殆尽。当时的地球是一个沸腾的巨釜，当中的各种化学元素自由而快速地在固态、

① Cheng I, *A Source Book in Chinese Philosophy*, trans. Wing-tsit Chan (Princeton: Princeton University Press, 1963), 298, 553.（《论衡》自然篇第五十四：“天地为炉，造化为工。”《二程遗书》卷十五：“天地中如洪炉，何物不销铄了？”——译者注）

液态和气态之间进行着转换。这是一个活动剧烈的时期——火山喷吐着岩浆从海底升起，受临近月球的潮汐力作用而成的巨浪肆意翻腾。当时的海洋是一片深棕色，天空则由于大气富含硫化氢而呈略带粉红的橘黄色。

随着地球持续冷却，下了数百万年的降水最终形成了一个覆盖全球的海洋。但间或又会有一颗巨大的小行星撕破海洋和脆弱的地壳，再次将地球加热，使得岩石熔化，海水蒸发。地球上的水就这样不断转变和被转变着。

小行星撞击激起的尘埃，连同火山喷发释放的尘埃，遮天蔽日。在近千年的时间里，夜幕笼罩着地球，直到滂沱大雨再次冲刷净了尘埃，形成一个新的海洋。

在数百万年之后，岩石、水和空气逐渐达到了更为稳定的状态。地球由此被潮汐起伏的多个海洋所环绕，外面则被薄薄的一层大气所包裹。在海洋和大气的双重环抱下，地球孕育出了一个新的奇观——活细胞。

第五章

生命的出现

这些细胞后来演化出了什么？答案就在我们周围。我们看到树从森林腐殖层拔地而起，鹰在天空自由遨游，鲸呼气喷出的水柱冲破水面。我们还看到蒲公英的种子在夏日里随风飘散，黑莓结出累累硕果，马鹿为争夺配偶的“角”逐不时打破夜的静谧。如此丰富多彩的多细胞生命是经过数亿年的时间演化而来的，而更早的单细胞生命在数十亿年前就已经出现。在这段时间里，类似的事情没有在我们太阳系的其他行星上发生。

在地球上，首批最简单的细胞出现在约四十亿年前。又过了二十亿年，出现了更复杂的细胞，具有细胞核的真核细胞。由此才有了后来海里的藻类、溪里的蜥蜴、山间的灰狼以及非洲草原上的灵长目哺乳动物。一场生命的大戏在这颗迷人的星球上上演至今。

地球究竟怎么孕育出了这种我们称为生命的神秘东

西？现在没人知道。已有的各式理论为数众多，而如今我们在洋中脊的深海热泉发现的生态系统则为科学界提供了一个新视角。在这里，最原始的生命形式是嗜热菌，它们以热泉喷出的重金属为食，以此支持着这样极端条件下的生态系统。从这些发现中我们意识到，地球上的生命是宇宙深层次的模式生成方式，也就是自组织的动态过程的一种彰显。自组织的洞见主要来源于伊利亚·普利高津，一九七七的诺贝尔化学奖获得者。普利高津及其合作者的工作为我们提供了一个新视角，将宇宙理解为蕴含着大量这样的动态过程。而当条件合适时，某个这样的动态过程就会显露出来。

自组织的动态过程的一个简单例子是涡流。只要一股流动的液体受到某个物体的阻碍，这一模式便会出现。而这个模式一旦形成，就能自我维持，哪怕液体的分子是在持续不断地流进流出涡流。只要这股液体还在流动，这样的结构就能延续。

对于这些结构的一个惊人认识是，其层层嵌套的特性。或许宇宙中最大的动态结构就是一个星系。而一旦一个星系系统形成，我们就能从中发现无数自组织的恒星。有了恒星，我们又能从中找到众多自组织的行星（诸如地球）以及其上更次一级的自组织结构（诸如飓风或涡流）。然后（也只有到那时）才有可能出现一种新的自组织系统，一个活细胞。

这样的自组织系统有点像是一个人在寒冷的冬晨呼气。

呼出的一口大气形成一股白烟，最初的一个大旋涡慢慢扩散，生成了大量更小的旋涡。接着这些旋涡又生产了各自更小的精致旋涡。这也正是生命的特性。宇宙呼出的一口大气，在百十亿年里逐渐增加其复杂性，直到从中能孕育出常绿森林和高山苔原、蝉和萤火虫。

细胞膜与意识

那么是什么引致了如此复杂的能量“旋涡”呢？这仅是出于随机吗？

许多个世纪来，科学家一直试图以表示为数学方程组形式的物理规律来解释宇宙。宇宙被视为由层层机械机制所决定，而意识则被视为人类所独有。

但从复杂性科学的新视角来看，这些自组织的动态过程也可以被视为意识的基础，因为可以说，这些过程不仅催生了诸如星系这样宏观尺度上的物理结构，也催生了微妙隐秘的意识。这些动态过程有点像是宇宙本身的内在组织方式。

以简单但精致的形式，意识也见于单细胞有机体。每个细胞外面薄薄的一层细胞膜可以说具有觉知和分辨力。每个细胞周围漂浮着各式各样的原子、分子及其他有机体，细胞膜则通过其上的受体和通道蛋白判断哪些有用而哪些无用，

哪些允许进入而哪些不行。细胞每发生一次接触，这种原始的分辨力便运用一次。

在绝大多数的接触中，细胞膜都是选择紧闭门户，不让外部环境中的分子进入细胞内部。然而，在遇到特定配置的分子时，细胞的反应则大为不同。细胞膜上的分子会抓住这个新分子，然后细胞膜改变自身结构，把这个分子吸收进来。由于这种分辨力，特定的分子得以成为细胞内部环境的一部分。这样细胞便是在搜寻和摄取“食物”——它所能吸收的特定分子。

这种分辨力至关重要。错误的决策可能是致命的，因为外来的新分子可能会打破细胞内部的均衡。所以在其身体的表面，每个细胞时刻都在做着基本的选择。这个险是否值得冒？这种食物是否有营养？这又是否会增加继续存活下去的几率？

光合作用

渴望融为一体，这可能是宇宙内在最深层次的趋势之一。

我们的地球就是这样的融合的一个明证，一开始是与太阳的引力关系。地球围绕太阳运转超过了四十五亿年，这个关系如今已经相当稳定。但宇宙并不只满足于稳定性。在

过去四十五亿年里，地球在不断增加着复杂性和相互关联程度。

在生命出现之后，这种不断深化的融为一体最惊人的彰显之一便是光合作用。光合作用的关键构造是一种能与阳光产生精确共振的分子组合体，而它的出现或许花费了千百万年的时间。就像一些被调整到在面对特定声音时会发生共振的音叉，这些称为叶绿素的特殊分子能在接触到阳光时被激活。这时光子被捕捉，使得电子跃迁到更高的能级，进而触发了一系列化学反应。就这样，每个细胞当中便有了一个个发电厂。生命也由此发现了一种直接从太阳取食的方式——吸收阳光，并利用其能量合成自身的构成物质。

我们该如何描绘光合作用出现的过程呢？一种可能的方式是借用工程项目的类比，将之想象为一群细胞构造出能进行光合作用的分子，就像一帮人建造出一道桥梁或一座建筑一般。以这些工程用语进行思考对我们而言并不陌生，因为我们自己便习惯于运用大脑构想行动方案，运用双手操纵各类物质。因此，我们会很容易甚至下意识地将这样的行为投射到自然上去。此外，我们现代人生活在一个充斥着人造机器的世界里，机器的意象不可避免地会主导我们的想象。甚至像艾萨克·牛顿这样的天才，也曾设想上帝是根据预先确定的蓝图，将宇宙作为一部无比巨大的机器加以组织的。然而，用机器的意象来描绘自然的创造性难免忽视了查尔

斯·达尔文对于生命的洞见。

对于我们该如何构造另一种描绘自然创造性的更恰当意象，线索之一便来自这个光合作用故事里的重要演员，出现在至少三十亿年前的海洋里的原始有机体。要知道，这些能进行光合作用的分子的出现是一次无与伦比的创造性大事件。要想了解这些分子有多精致，从科学家为研究它们所花费的努力之巨上就可见一斑。尽管如此，虽然科学家已经揭示了许多令人惊讶的细节，但他们仍未把握其中的所有奥秘。而想到这个发明光合作用的大事件是由没有大脑，更别说眼睛、双手或图书馆的原始有机体实现的，这无疑更令人惊讶。

自然生成模式的方式不同于工程师按照蓝图构造某样东西的方式，这一点对我们人类而言并不容易理解和接受，但事实确是如此，后者不是自然生成模式的方式。我们可以较为确定的一点是，自然是创造性的。并且自然中随处可见的创造性，其实现方式并不是单纯仰赖偶然性，也不是确定论的，而是具有极强的探索性，能够孕育出如此恢弘的景象，不断引发我们的惊叹。

那么对于自然的创造性，我们该作何整体理解？或者说，我们应当借助什么隐喻或诗意的意象以避免自己继续以工程的思维看待自然？

自然这种摸索的创造性的一个诗意类比是婴儿的发育。

婴儿蕴含着巨大的创造性，但它们大多处于下意识。随着婴儿逐渐成长，她会针对环境作出一系列调整，而这些调整将会决定她今后的大部分人生。比如，如果她母亲讲的是中文，那她最终将学会讲中文。如果她母亲说的是西班牙语，相应地，婴儿将学会说这种语言，而她所学习的这种语言也将影响到她（下意识地）形塑自己的大脑及控制自己的面部肌肉的方式。类似地，通过试错的过程，婴儿会本能地根据她母亲的个性类型调整自己的某些基本行为模式，因为在基本生存需求上，她的持续存活有赖于与她父母维持一种和谐的关系。

在最好的情况下，母亲一天天无微不至地照顾着自己的婴儿。但婴儿本身具有一种下意识的欲望，渴望继续存活下去。甚至早在她的意识成形之前，她便已经开始调整自己以利于生存。在与她父母的相互关系中，她改变着自己的大脑、身体以及意识，由此得以获得不断的滋养，帮助自己展开人生。

地球诞生时也是如此。一切的发展并没有工程师的蓝图。只是由于与太阳的关系以及太阳源源不断的能量，地球得以出现并开始发生改变。我们很可能永远不会知道，在这些现在见于地球上每片叶子的叶绿素分子出现之前，有多少分子被尝试和抛弃了。或许数十亿的不同分子曾被构造出来以便尝试诸多的可能性。而地球也仍将继续改变着自己的面

貌，直到有一天，太阳汹涌的能量摧毁了这里的物质。所以在文字、大脑、意识出现之前，已然存在生存的深层次欲望，以及我们后来最终得出的发现，即我们唯有通过相互关系才得以生存。

活的地球

宇宙的演化的一大神秘之处在于，一个整体不知怎么就在其众多部分的基础上涌现了出来。一颗恒星与一个原子大相径庭，但恒星又是从巨大的原子云中形成的。类似地，一个活细胞也不同于一个分子，但细胞最终从聚集的大量分子中涌现了出来。

这种涌现最壮观的例子之一便是地球作为一个整合的系统的出现，从其上成千上万亿的生命和非生命部件中涌现出了我们这颗高度相互关联的行星。有些科学家甚至大胆主张，地球本身是有生命的，也就是说，它在主动调控着大气的温度或海洋的盐度。这或许太过激进，但至少有一点我们可以说，那就是我们还尚未发现存在任何其他地方，有着地球这样的复杂整合程度和相互关联程度。

促成这个整合系统的出现的第一步是生命在地球上的散布。这些具备适应能力的细胞很快占据了海洋的各个深度。它们也开始飞上天空，成为大气的一部分。它们还离开

了水，让自己的踪迹遍布陆地。不论是在冰冷的严寒中，还是在超过沸水的高温下，它们的身影都能被找到。

在这个扩张过程中，从某一刻开始，生命成了不只是这颗行星上的乘客，而且是与大气、海洋和陆地一道塑造行星面貌的合作者。比如，生命的活动就对海洋和大气的化学构成产生了深刻的影响。

在生命逐渐参与到整个行星系统的运作后，一次伟大的涌现发生了。一颗活的行星（只是在这个意义上说它是活的，即它是一个复杂的、自组织的系统）出现了，而它具备维持生命所需的精细条件的能力。

比如，地球的表面温度上下不能偏离太大，否则生命就会消失。我们曾经以为，地球的平均温度适宜生命存在是因为地球恰巧与太阳保持着合适的距离——一亿五千万千米。然而，借助二十世纪关于核聚变和恒星结构的发现，我们现在知道了，在过去四十多亿年里，我们太阳的温度提高了将近百分之二十五。

这意味着，地球在不断调整着自己，以便将表面温度保持在一个使得生命可以兴盛的狭窄区间当中。通过利用光合作用吸收大气中的二氧化碳，地球改变了大气的成分，从而在太阳逐渐升温的情况下维持着自身温度的稳定。这种生命与非生命之间相互调适的舞蹈改变了我们以往对于这颗行星的观点。地球并不只是生命存在其上的一个大岩石球，它

也是生命和非生命的一个具有创造性的共同体，能在漫长的时间里调整自己，从而延续甚至深化自身蓬勃的存在。而这种自我调整的动态过程之所以可能，正是由于生命最核心的能力——其适应能力。

第六章

生存与死亡

生命复杂性的这种不断深化之所以会发生，是因为生命能够广泛适应各式各样的生存条件，并能够记住这些适应方案，有时甚至长达数十亿年。生命的几乎所有基本活动都仰赖于其适应能力和记忆能力。相关证据我们随处都能找到。试想我们的食物，比如谷物，它们是由众多不同种类的复杂有机分子构成的。当我们食用它们时，如果要想将它们消化和吸收，它们需要被小心分解，并以一种新的方式加以重组。而这个复杂的生理过程是由亿万年前的单细胞祖先通过试错发现的。它们虽然现在早已不在，但它们的心血没有白费，它们的发现被记住，保留至今。所以在我们吃饭时，谷物被消化、吸收，转化为我们的皮肤、肌肉和器官，只是因为生命记住了自己以前作出的重要发现。

毕达哥拉斯的洞见或许可以帮助我们思考生命的记忆的性质。毕达哥拉斯相信，宇宙的本质不是水、火、土、气

或任何诸如此类的实体物质。宇宙的本质是数，其核心可以通过模式揭示出来。

这看上去是种奇怪的思想。生命如此丰富多彩，其根本性质怎么能是抽象的数或模式呢？按照传说，毕达哥拉斯发现了乐音与数之间的关系，并深深为之所吸引。悦耳的音乐有赖于振动频率的特定比例。而一旦这个比例有所变动，音乐就变得难听起来。

基因变异与自然选择

生命与模式之间的这种深层次关联使得生命能够记住自己以前作出的重要发现。这也正是我们身体里 DNA 的基因所做的事情。在其核苷酸的特定序列中，基因记录了生命的种种模式。我们吃进去的谷物被多种蛋白质所转化，整个过程中的一种关键蛋白质是细胞色素 c。细胞色素 c 在数十亿年前首次被组装出来，而它现在仍存在于我们体内，这是因为有关其结构的信息存储在了我们 DNA 的基因中。生命当初并没有小心地把实际的分子一代代传递下来，相反，它传递的是其本质，以核苷酸的模式的形式。借助该模式，现在我们的身体就能制造出新一批的细胞色素 c，进而在它的帮助下把田地里的谷物转化我们的血肉。

细胞色素 c 的出现实际上是一个恢弘的事件，这一点很

容易为我们所忽略，因为我们不会本能地意识到这其中所涉及的诸多过程，或者这些过程所耗费的大量努力和能量。我们会使用诸如“细胞色素 c 被制造出来”这样的说法，但除非我们有意识地注意这种说法的意涵，否则我们很容易落回常规思维方式的窠臼。我们会想象，在遥远过去某处的一个生物工厂里，这种分子被首次设计和制造出来，然后那里的工程师团队又会继续着手设计下一个分子。然而，真实的历史要比这有趣得多。

生命的适应能力有赖于 DNA 分子出现随机的变化。核苷酸的模式随机发生变化，这导致在细胞内生成不同的蛋白质。可能在以这种方式生成了数百万计的不同蛋白质之后，才出现了一个后来被称为细胞色素 c 的分子。它能够帮助所在的有机体生存下去，这也使得这种基因模式在种群中扩散开来。正是这个两步的过程（大量的试验被尝试，然后成功的模式通过基因被记住）使得我们现在能够安心咀嚼一片面包，把它转化为自己心脏组织的一部分。

虽然生命的创造性是一个不断摸索，有时甚至不无混沌的过程，但它同时也是一个不断学习的过程。“学习”一词在现代通常指的是某个个体获得了新的能力。但透过生物演化的新发现，我们对于古老的演化过程有了一个新的认识：生命的演化过程可以被理解为一种更高层次的“学习”。这怎么说？我们不妨从一个简单的问题开始：“是谁学会了将

食物转化为自己身体的一部分？”显然我们人类与相关生理过程的建构一点也没有关系。同样我们也无法想象，最早生成细胞色素c的早期细菌会预料到自己的发明有朝一日将派上什么用处。所以获得了这个新能力的不是某个个体，而是生命的整个适应和记忆过程。是作为整体的生命学会了消化吸收各式食物。

当我们今天开始意识到，我们生命的能量源自于宇宙最初的大爆炸，我们身体的原子源自于古老恒星的爆炸，而我们生命的模式源自于数十亿前的许多祖先时，我们也不要忘了欣赏生命这种记住过去并在现在加以重现的精致方式。生命会适应。生命会记忆。生命还会学习。

感觉与视觉

我们之所以如此难以把握生命在适应过程中所使用信息的规模之大，是因为我们人类寿命短暂，相对于宇宙时间来说微不足道，只有不到其亿分之一。所以我们在试图理解宇宙时所面对的一大挑战就是，要努力克服我们的这些天然偏见，即认为世界向来是我们现在所见的样子，并且将来仍会与现在差不多一个样子。

当我们意识到，甚至连我们借以感觉宇宙的动态过程的各种手段也是这些动态过程的一部分时，我们对于宇宙这种

不断变化的本质就开始有了某种认识。我们的视觉，我们的听觉，我们的触觉——所有这些感觉都是在亿万年的时间里逐步形成和深化的。我们有眼会看，这只是因为地球长久以来一直致力于视觉的发明和改进。并且这个过程还远未完结。

甚至某些种类的细菌（生命最初的形态）已有了趋光性。但有化石记录的最早的眼睛出现在约五亿年前的三叶虫身上。三叶虫的眼睛由众多透明的方解石杆构成，每根杆都允许光线垂直射入而不产生折射。这样三叶虫就能够看到每根杆方向上的情况。这种原始的视觉形态被证明是如此成功，我们甚至现在还能在苍蝇和龙虾的复眼那里见到。

还有一种完全不同的视觉形态在蠕虫和鱼类身上独立发展了出来。这种眼睛不是由固体的矿物，而是由可水解的蛋白质构成的。这种视觉形态我们就熟悉多了，因为我们人类与鱼类有着共同的祖先，因而有着同种类型的眼睛。我们也惊讶地发现，这两种视觉形态并没有优劣之分，而是各有特点——复眼更适应于接收紫光和紫外线，水基的眼睛则更适应于接收观察红光。见于视觉的这种多样性在生物演化进程中出现的其他感觉那里也可以见到。

伴随着各种感觉器官的出现，生命得以看见、听见、触摸所处的世界。但无论这些感觉器官业已如何先进，宇宙并无意就此止步，因为总还有更多东西可看、可听、可摸。演

化生物学家恩斯特·迈尔有个估计，自打生命出现以来，复杂的眼睛曾经被多次各自独立地构造出来，有至少四十次之多。[①]没有什么能够阻止生命去努力接收宇宙的无尽深度中的更多信息。

我们所处的并不是一个已经完成的宇宙，我们具有的也不是一种已臻完美的视觉形态。科学家提出了关于生物演化的诸多细节，由此我们现在可以借助自己的想象力，开始“回望”过去。或许我们可以把这称为一种四维的视觉。在了解到此类知识后，我们的眼睛就不仅能看到，一只蜜蜂是一个嗡嗡作响的小生物，还能看出它是生命的一道独特电波，其中承载着包含五亿年前那场三叶虫的大戏在内的丰富信息。

早期没有眼睛的蠕虫在浅海的沙底默默生存了漫长的岁月。但随着后来眼睛的出现，它们得以迈入一个大得多的世界，一个由它们自身小世界周围数百米范围内的各种事件的视觉信息构成的世界。

我们现在的处境也正是这样的性质。不同文明的人们，诸如罗马帝国或汉帝国，都曾把自己的文明视为“整个世界”，后来也都曾经历过放眼看世界的转变。而我们现在又

---

① L. V. Salvini-Plawen and E. Mayr in *Evolutionary Biology*, ed. M. K. Hecht, W. C. Steere, and B. Wallace (New York: Plenum, 1977), quoted in John D. Barrow and Frank Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle* (New York: Oxford University Press, 1986), 132.

具有了一种新类型的"眼睛"，得到了一种新视觉——能够回溯演化时间的视觉。我们的视野现在得以涵盖数十亿年的演化历程。借助这种强大的新视觉，我们突然发现自己身处一片既令人兴奋又使人不安的光辉当中，被照得几乎睁不开眼。而当我们慢慢睁大眼睛，我们看到每样东西都散发着数十亿年的创造性的璀璨光芒。

多细胞与心智

生命最叹为观止的创造之一是动物的心智。比如，蜥蜴的心智从何而来？我们看到蜥蜴在岩石上上串下跳，片刻不停，与岿然不动的岩石大相径庭，虽然它们都是由相同的化学元素构成的。蜥蜴是怎么有了这种极其多动的个性呢？或者说，它就怎么有了个性？

对此，我们需要关注蜥蜴身上的一些基本模式，特别是那些组织起其身体里数十亿计的细胞的 DNA 模式。如果我们放飞想象力，不断回溯蜥蜴的祖先，我们会从其直系祖先最终上推到其两栖类祖先，然后是其鱼类祖先。如果我们沿着有性繁殖的路径继续回溯，我们会找到最原始的动物祖先。继续往前推，我们就会来到所有生命都还是单细胞生命的时代。这时地球上没有什么动物身体，有的只是一团团四下游动的各式单细胞有机体。

某种全新的东西，动物的心智，在演化过程中出现，这是生命故事中创造性涌现最伟大的时刻之一。每条鱼的心智都是经过一段漫长的历程而涌现出来的，这段历程始于亿万年前一个个自由自在、相互独立的细胞。由于年代久远，生物学家对于多细胞如何从单细胞演化而来的复杂过程只能加以猜测。或许一个细胞在进行自我复制时，不是母细胞分裂成两个独立的子细胞，而是两个子细胞继续结合在一起。或许这两个子细胞继续以类似的方式复制，这样四个同样的细胞就仍然结合在一起。然后是八个，再然后是十六个。倘若这个由多个细胞构成的小球找到了一种方式继续结合在一起并生存下去，那么它就踏上了一条新的探索道路，这条道路将通往一种存在的集群或共同体。

就像我们先前在讨论生命本身的起源时所看到的，我们在这里再次看到了自组织的动态过程的踪影。在讨论首批细胞的出现时，我们看到的是，不同的分子通过化学相互作用结合成群，开始进行我们称为“生命”的各类活动模式。类似地，这个由多个细胞构成的小球，抱团面对生存挑战，开始进行我们称为“动物”的各类活动模式。而这当中组织细胞之间化学物质的复杂流动的能力，代表了宇宙中的某种新东西——一只动物的心智。

这些深刻的涌现也让我们对于生存在这个宇宙中意味着什么有了一个新的认识。不妨让我们回到十多亿年前，当

时那个由多个细胞构成的小球是转变成为首批动物的细胞共同体之一。我们可以思考一下其中每个细胞对于当时发生了什么的意识，而无论这种意识是如何微弱。显然它们完全料想不到，自己的行为将会是后来孕育出大象和雄鹰的过程的核心。无论每个细胞的意识水平如何，它们都无从知道，自己的工作将会成为后来建构海豚和大猩猩的脑和个性的关键。

我们现在也是如此。尽管我们有各式理论，有数学和电子计算机，生命的创造性却超出了我们的掌控能力。对于自己行为的全部影响，我们至多只能时不时地有些许的模糊认识。我们就如同沉浸梦里，一切依稀不明。但与此同时，我们现在也不禁开始想象，我们或许在这个梦里扮演着一个独特的角色。一个事实是，生命的过程正越来越多地受到人类意识的影响。或许人类意识在生物演化中发挥的作用要比先前哲学家所想象的大得多。那么是否有可能，随着人类共同体逐渐学会融入地球上生命的动态过程，为整颗行星带来一种新的和谐是我们肩负的深层次使命？

暴力、破坏与死亡

在我们追寻这种涵盖整个地球的和谐时，其中最难掌控的要素之一无疑是宇宙中随处可见的暴力。自古以来，人类

一直都面临着面对破坏和暴力应当如何自处的难题。一些宗教传统认为世界必然是暴力的，因为它是善恶的战场。还有些则相信我们能够改变世界；只需假以时日，我们终将改良万物，使得世界上极少或再无暴力。

如果说，宇宙故事和地球故事的发现让我们得以一窥以前闻所未闻的宏伟壮丽，那么这些故事也同样让我们首次意识到这当中令人惊怖的破坏维度。恒星的爆炸如此剧烈，转眼间使得附近的行星灰飞烟灭。即便是在我们太阳系这个小得多的尺度上，小行星撞击地球，引得数十亿生灵白白丧命的几率也并不是不存在。考虑到宇宙中这种现实的和可能的苦难，我们就不难理解，为什么虚无主义或自恋的哲学会有着持久的吸引力。面对这个充斥着无意义的苦难的荒诞处境，为什么不把有限的能量用于追求个人的愉悦和成功呢？

地球的生物演化过程的发现虽然无法回答关于暴力的诸多深层次问题，但它确实向我们提示了在面对破坏和暴力时其他的一些可能性。比如，不去试图寻求一个关于破坏的理性解释，也不去竭力消灭所有的暴力，相反，我们或许可以尝试去将自己创造性地融入这些破坏性过程当中。这样的自处之道在自然界随处可见的掠食者–猎物关系中得到了鲜明体现。

当我们观察一只蜥蜴，注意到它巧妙融入自己栖息地的迷人方式时，我们不禁会欣赏起它为生存所做的努力，甚至

于当一只鹰从空中呼啸而下，成功捕杀这只蜥蜴时，我们都不免惋惜这只鹰当时要是去找其他食物就好了。然而，我们也很容易转而站到鹰的立场。如果我们被鹰的形态之美丽以及它眼中流露的智力所吸引，那么我们也会希望，鹰能成功捕食这只蜥蜴，以便让它的伟岸延续下去。

正如查尔斯·达尔文在十九世纪就意识到的，这当中的有趣之处在于，鹰惊人的捕食本领有赖于蜥蜴，而蜥蜴迷人的逃生本事也有赖于鹰。它们各自身上性质不同的属性由于相互促进而得以提升。

正是生存斗争迫使鹰发展出更为惊人的捕食本领。每一代的雏鹰都带着略微有所不同的本领加入到这场生存斗争当中，而那些本领更为卓越的鹰会更有机会存活下去，从而会有更多的后代将自己的本领传下去。但鹰在捕食本领上的任何改进也会创造出一种客观条件，迫使蜥蜴种群在逃生本事上作出相应的进步。这种复杂的过程称为共同演化。

虽然我们无法对暴力的存在给出理性解释，但我们的确从自然界学到了，破坏是与不断生成更复杂的生命形态的创造过程密不可分的。尽管我们无法把暴力从地球或宇宙中消除，但我们有可能找到各种方式消减破坏的影响，甚至我们还有可能学会以一种创造性的或为生命增彩的方式与暴力相处。

但死亡呢？死亡一直是人类心灵面临的最根本的挑战

之一。至爱的离世（尤其是小孩的）总是让我们难以接受和理解。

于是我们会举办仪式怀念死者，或去瞻仰祖先的安息之处。这些场合让大家在哀伤和失落之余聚集到一起，缓解个人的悲痛，并将其融入到一种集体共享的体验中去。但它们的功效不止于此。

这类仪式常常会将个体的死亡纳入到更大的自然生命周期当中。它们让我们感觉仿佛置身于一个涵盖生者和死者的广大共同体，从而让我们收拾心情，着眼于创造更好的未来生活。

但我们还是仍然会好奇，在我们死后，自己的生命能量究竟会去往哪里？在这个问题上，我们对于深时（地质学的以及宇宙学的）的了解会给我们提供洞见吗？如果说，我们是这段漫长历程的产物，那么是不是也可以说，我们的死亡其实是一种回归？

有没有可能，我们这个小我在死后将融入宇宙这个大我？而我们的激情和梦想，连同我们的哀伤和失落，会不会融合进宇宙本身的构造当中？

第七章

动物的情欲

情欲——我们对于异性的欲望，对于结合的渴望。什么是我们的心灵更内在的本质？我们的情欲决定了我们生活的如此多方面。它们是爱和创造性的能量的狂野释放，把我们塑造成了我们现在这个样子。欲望存在于生命演化的核心。

古希腊人把欲望视为诸神的一份礼物，甚至是神（阿弗洛狄忒或狄奥尼索斯）的一次附体。他们的种种想象正表明他们已经意识到这种情绪的威力和重要性。在许多希腊神话中，有角色便被描绘为完全受到欲望的控制。

从我们现在的科学视角来看，我们同样开始认识到，欲望和渴望在生命演化当中占据了核心地位，这着实让人惊喜。其中最为惊人的发现之一便是，通过演化，生命拥有了越来越深化的情欲，也发展出了越来越有效的、满足这些情欲的方式。要想对宇宙中的这一深层次模式有所感受，不妨让我们回顾一下脊椎动物从鱼类到爬行类再到哺乳类的演化历程。

雄性三刺鱼在求偶季节会眼睛变蓝，腹部变红。他通过求偶的舞蹈来表达自己的欲望。如果他成功了，雌性三刺鱼会在他修筑的巢里产卵，然后他会快速钻进去，为卵受精。

当一亿多年后，蜥蜴从其鱼类和两栖类祖先演化而成时，渴望结合的情欲有了深化。这一点尤为明显地体现在了蜥蜴性器官的发明上。这样蜥蜴便可以通过身体的结合满足自己的欲望，这无疑是三刺鱼做不到的。所以当两只多年来生活在不同轨迹上的蜥蜴相互结合，拥有了一段共同的体验时，这实际上也改变了演化的轨迹。

随着哺乳类的出现，动物的情欲又达到了一个新的高度。它们不仅能够将身体融而为一，还能建立如此密切的纽带，从而终生维持一段紧密关系。这就仿佛是在生命的核心隐藏着一种无尽的喜悦、一种狂喜，最早的鱼类只是隐约感知到，而现在哺乳类终于让它展露无遗。正如 D. H. 劳伦斯在《鲸鱼不要哭泣！》（“Whales Weep Not！”）一诗中描述两只鲸交配时所写的：

它们翻滚，翻滚在七大洋的深处，
过了多少不老的激情岁月，
盐水喝得它们醉醺醺，乐呵呵。
在热带它们因爱而颤栗，
为着巨大、强烈的欲望而长吟，仿佛神一般。

雄性的求偶

所有动物都生活在自己情欲的一场大戏中。看看雄性园丁鸟吧。在每个春日清晨一醒来，便利用自己的每一份多余能量开始建筑巢穴。他用小树枝在地上搭出框架，然后四下收集各种装饰材料。他在巢里反复尝试各种摆放方式，就如同一个木匠执著于一件新家具一样。他甚至还会用嘴把带颜色的唾液混合物在自家房子的墙壁上刷上色彩。

他怎么知道这一切应当如何进行？有些知识是他通过试错得来的，但大部分知识来自于存储在他 DNA 里的模式，继承自他那些最为聪明的祖先。无论是前辈后辈，他们都在努力达成同一件事情。他们都在试图在同一种求偶方式上精益求精，那就是通过建筑华丽的巢穴来吸引雌性。

雄性蜘蛛则选择了旋律——他们拨动蛛网，就仿佛它是一架原始的里拉琴。舞蹈是另一种传递信息的方式——雄性三刺鱼在水里起舞，而雄鹤在陆上起舞。甚至身体也被用来吸引雌性，比如雄孔雀的尾巴五彩缤纷，可与彩虹相媲美。

那么这些雄性动物为什么要这样做？他们为什么要不惜精力甚至有时不惜生命危险来做出这些举动？

因为他要借此传递自己最深层次的告白——他认为她尤可珍贵。生命以特定方式塑造了他的心智。他并不能看透宇宙中所有东西的价值，但他能认出她的价值，而这有可能

是无穷大的，因为相较之下其他东西都不值一提。他的情欲驱使他不顾一切地去追求她，去赢得她的注目和赞许，从而让她以无言的方式“说”出他所渴求的那两个字，“是的”。

雌性的选择

然而，她也不一定会这样说。在他所有这番辛勤劳作之后，在他展示了所有技能和才华之后，她的回应可能只是，“不了，谢谢”。

我们生活在一个需要作出选择的宇宙。不是所有东西都一样，有些东西就比别的更好，因而也更受青睐。这不可避免地会引发竞争，因为大家都想成为被选中的那一个，成为更具价值的一方，没人希望被拒绝或被弃之不理。但生命的选择动态过程有时会是严酷的。无论选中一个并拒绝其余的选择有多艰难，生命执意要求作出这个选择。

在动物界中，选择通常是由雌性作出的，这个过程被查尔斯·达尔文称为性选择。因此，雄性园丁鸟建造精致的巢穴，而雌鸟光临巢穴，细加挑选。类似地，雄性三刺鱼改变体色，表演求偶舞蹈，而由雌鱼决定接受与否。

我们在动物两性之间的这种互动中又看到了同样的一种不均衡状态，先前我们在宇宙的其他地方，在恒星那里已经见到过了（恒星处于向内坍缩和向外膨胀的两股力量的张

力当中）。在这种两性动态过程中，张力则来自雄性和雌性两极：在一端，雄性会到处留情，寻求广泛交配；在另一端，雌性则会严挑细选，努力遴选一位高品质的配偶。这当中的迷人之处在于，两性之所以会有这样的策略，不是出于偶然或误打误撞，而是自组织的力量使然。

我们很容易看出雄性的这种策略为什么会有效。如果一只雄性动物具有促使其寻求广泛交配的基因，那么平均下来，他交配的雌性的数量会比一只非常挑剔的同类雄性的多得多。这样在下一代中，也就有更多数量的雄性体内具有促使其寻求广泛交配的基因。

但同样的策略对于有些雌性动物来说并不奏效，比如哺乳类，她们在产子之前需要经过很长的怀孕期。这样一只雌性动物通常会把更多的能量投入到怀孕和抚育后代上。这样她对未来的影响在很大程度上仰赖于后代的品质。对于她来说，每个周期只能生产一胎，而同类的雄性经过广种则可能已经有数十个后代了。因此，她只好选择只与体质最好或最健康的雄性交配。

当然，在我们使用“选择”或“决定”之类的字眼时，我们需要记住，这些行为在鸟类那里与在人类那里的意义是不完全一样的。当一只雌孔雀在观看一只雄孔雀的绚丽展示时，她很可能不是在列出一份关于对方特质的心理清单，然后再决定是否接受这位求爱者。相反，她的评判能力深植于

其复杂的感知功能当中。她只是通过本能便能直接知道对方是否合适，因为数百万年的演化已经使得其感知功能能注意到并青睐一些特质，这些特质表明该雄性具有最高的几率确保自己和自己的后代拥有一个可靠的未来。这种鉴别能力已经融入了其心智的根基。

雄性充满激情地展示自己的美和可靠，雌性则敏锐地检视对方，并做出生死攸关的抉择。由于我们每个人都融合了来自一位雄性和一位雌性的基因，所以这些涉及欲望和选择的古老能力也积累在了我们的血肉当中。

亲代抚育

母性智慧的主题广泛存在于人类文化当中，我们从一些知名的文化符号就可见一斑，比如西欧的圣母马利亚、中国的观音菩萨或非洲的女神奥舒（Oshun）。那么来自世界各地的这些母性形象只是与人类有关，而与更广阔的生命演化无关？有没有可能以某种方式，这些代表慈悯的形象与宇宙的动态过程直接相关呢？

“亲代抚育”是动物行为学家用来描述亲代做出的、关切自己子代福利的那些行为的说法。这类行为模式通常已经蕴含在母亲的基因程序当中，但它们也可以来自某个特定种群的文化模式。这样的抚育行为广泛见于哺乳动物世界，其

中父母（尤其是母亲）专门将时间和精力用于抚养和教育自己的孩子。不论是母狮、母鹿，还是雌性黑猩猩，哺乳类母亲会花费数周、数月乃至数年的时间帮助自己物种的下一代健康成长。

这样的抚育行为不是哺乳类的专利，我们也可以在爬行类中找到类似的特性。尽管它们在后代身上投入的精力比不上哺乳类，但许多爬行类母亲确实表现出了对于后代的关切，比如会在产卵后留在原地，绕蛋徘徊为其保温，以便增加蛋孵化的可能性。而当幼仔竭力破壳而出时，有些母亲会陪着它们，以便吓走掠食者。

那么这样的抚育行为可以在动物界的演化中往前追溯多远？目前还没有定论。但古生物学家已经发现有化石证据表明，一亿年前的恐龙已经展现出了这样的行为。[①]并且我们也有理由猜测早期鱼类是否具有类似的特性。显然一些现代鱼类有表现出亲代抚育行为，比如母鱼会在幼鱼身边寸步不离，并攻击任何可能靠近的鱼类。这一特性不是鱼类普遍拥有的，因为许多母鱼会毫不犹豫地吞食自己的后代，但我们不免猜测这些现代鱼类的这一特性或许可以追溯到数亿年前。

上述这些例子都取自动物界，在那里我们能看到并认出那些抚育行为。但这个视角恐怕太过狭隘。试想一棵花旗松

① Scott D. Sampson, *Dinosaur Odyssey: Fossil Threads in the Web of Life* (Berkeley: University of California Press, 2009), 172.

在生长出球果的过程中所花费的时间和能量。一片温带森林里的松树每年都会生长出数以百万计的球果，它们中的每一个都对个体某棵松树至关重要，因为球果将会孕育出种子，而种子则意味着后代。当然，松树无从意识到自己生长出球果意欲何为，这是不言而喻的。但不论它们对自己的行为是否有意识，松树的行为都可以被理解为某种对于下一代的前意识的关切。

我们甚至可以把这个逻辑类推到我们已知最原始的生命形态——原核细胞。这些原核细胞所做最复杂的工作就是生成子细胞。从单个原核细胞的角度来看，它花费大量物质和能量创造出的东西，与它自身的生存毫无干涉，却实实在在是为了后代的生存。因此，按照我们的这种理解，对于后代福利的关切可以被理解为是融进了生命本身的构造当中的某样东西。从这一更大的、宇宙论的视角，圣母马利亚、观音菩萨、奥舒及其他女神的形象便可以被理解为，正与生命关爱自己后代的这一古老的动态过程一脉相承。在数十亿年的时间里，生命发展出了各式各样表达这种关切的方式，并通过 DNA 牢牢记了下来。但对于人类来说，出现了一种新的记忆和增强这种慈悯的方式，其中用到了生命史上某种全新的东西。为了理解这一新的动态过程，我们必须放宽眼量，先从人类的出现谈起。

第八章

人类的起源

人类如何而来?

我们现有最好的证据表明,某种深刻的变化发生在五百万至七百万年前的非洲,由此催生出了哺乳类的人类一支。这一充满活力的猿类的新支,将在之后的数百万年里演化出巨大的脑,并学会在一个蕴含着无尽梦想可能性的世界中生存。他们将是史无前例的物种。那么他们究竟如何而来?

根据已有的化石和基因证据,尽管仍有很多东西还有待了解,但我们已经能够粗略勾勒出自己的起源故事。我们人类的历程始于约六七百万前生活在靠近非洲正中央的或许有十万之众的一个类似于现在黑猩猩的猿类种群。当时由于地球的气候变化,非洲大陆的中部正在遭受干旱的侵袭,森林逐渐萎缩,其提供的丰富食物也随之消失。面对这个危机,该种群的猿类选取了两个大不相同的应对策略。一部分猿类选择继续留在日益缩小的森林中,以便在环境变迁的困局中

延续原有的生活方式。而另一部分猿类则选择抛弃过往的一切，大胆走向大草原的开阔地。然而，它们对于这一步准备并不充足。在大草原的骄阳下，面对包括野狗和大猫在内的饥饿掠食者，它们原先高度发展的用于在树间攀援穿梭的技能已然没有了用武之地。

这个新物种得以在生存竞争中存活下来，全有赖于一些新能力的出现，首要的是双足直立行走的能力。这种能力确定在四百万年前已经出现，因为我们在坦桑尼亚找到了两个早期人类（可能是一个大人和一个小孩）的足迹化石。另一个重大发展则是脑容量的增加。早期人科的脑只有一个橘子大小，约四百立方厘米。等到其脑容量达到一个柚子大小，约八百立方厘米时，人类已经掌握了制造石器的能力。再然后，在大胆迈进大草原仅仅六百万年后，人类的脑已经达到了一个西瓜大小，约一千四百立方厘米。也正是在这个时候，人类开始了一段全新的冒险历程。

在五万多年前的非洲东北部，这些现代人类中的一些走出了非洲。他们在非洲的数量或许仅有约五千人，而出走的人数则更少，或许总共只有约一百五十人。[①]这一小群人越过红海的南端，进入如今的阿拉伯半岛。他们后代中的一些人顺着印度洋沿岸继续东进，其他一些则北上，进入如今的

① Nicholas Wade, *Before the Dawn* (New York: Penguin, 2006), 75.

欧洲。在西班牙北部和法国南部，现在仍能见到他们当初留下的精彩的洞穴壁画。最终，他们的踪迹遍及亚欧大陆，并跨过白令海峡，进入美洲大陆。

我们很可能永远无法知道他们迁移的完整故事，但我们确定知道的一点是，当初一帮数百人的男人、女人和孩子在后来的成千上万年时间里不断繁衍和扩散，最终让这个非洲新物种的身影遍及这颗星球的各个大陆和生物群落区。那么这些早期人类究竟有何特殊之处，使他们得以获得如此惊人的生物上的成功呢？

人类的灵活性

对于使人类这个物种得以快速覆盖整个星球的种种生理变化，我们尚还没有一个细致的理解，但我们确实已经找到了其中一些起作用的主要因素。类似于之前演化上的多次大爆发，这回也是已有实体之间的一套新关系孕育出了全新的能力。正如在早期地球上，分子之间的一套新关系孕育出了生命，又如在约五亿年前，单细胞有机体之间的一种新秩序孕育出了动物的心智，同样在过去数百万年里，一众新的特性（其中主要是双足直立行走、大为增加的脑容量以及行为的灵活性）使得一个新物种从其灵长目起源中诞生，也就是我们人类。前文已经提到了前两个特性，双足直立行走和

大为增加的脑容量。而第三个特性，行为的灵活性，更尤为引人好奇。

尽管我们还不清楚导致行为灵活性的那些基因变化，但我们的确知道，这些变化对于人类的起源至关重要。虽然下面的说法可能有违我们的日常直觉，但当初新东西的出现，可能不是通过加法，而是通过减法，通过失去我们的某些本能反应而实现的。[①]当这些本能的行为模式被失去后，一场新的实验就在地球的历程中开始上演了。伴随着这种失去而得到的是一种新的意识，一种更为自由、更具探索精神的意识。只要回想一下这些本能反应积累而成所需要的漫长时间，我们便会意识到这一转变的性质之剧烈。长久以来根深蒂固的一些东西消失了，而一些大为不同的东西将会出现。

最早之人类出现时，他们会有什么样的感觉？当然，对此我们只能猜测，但我们确实可以找到一些现在的生物学例子，它们与那些原始人类有着些微相似之处。这些最早的人类应该有着与每种哺乳动物的幼崽相同的一种品质——行为的灵活性。我们可以在所有哺乳动物的幼崽身上发现这样的灵活性。它们与我们最早的人类祖先相似，具有某种摆脱了基因束缚（这种束缚会在它们进入成年后掌控其一举一动）的相对的自由。

---

① Christine Kenneally, “Freedom from Selection Lets Genes Get Creative,” *New Scientist*, vol. 27 (Sept. 2008): 40-43.

在年幼的哺乳动物身上，我们可以见到在成年动物身上罕见的漫无目的的行为。这些行为很明显不同于成年动物对于生存或繁衍的严肃关切。的确，它们的有些嬉戏行为可以被理解为为进入成年阶段所做的准备和练习，但其大多数行为还是与成年动物的行为没有什么直接的关联。简言之，它们所考虑的往往只是为了玩耍。它们翻腾跳跃，用眼探索，用嘴感受，做出许多行为仅仅是出于好奇。而通过嬉戏玩耍，它们在不断发现活着的无尽喜悦。

所以在思考人类这个新物种的起源时，大概没有比由反思哺乳动物幼崽而来的一些简单而雄辩的问题更好的问题了。如果生命演化出了一个富有灵活性和韧性的物种，那会怎样？如果在哺乳动物出现一亿年后，出现了一个富有主动性、好奇心，对一切感到惊喜，试图去尝试一切的物种，那会怎样？在它们身上后来又会发生什么？

符号化意识

行为的相对自由和无穷的好奇心让我们人类的意识提升到了一个全新的层次。试想在早期人类演化，比如距今十万年前的某个时刻，一些瞪羚和一些人类同在面对一场森林大火的熊熊烈焰。它们感受到了几乎相同的生理和情绪体验——那些亮光、炙热、巨响，以及令人不寒而栗的恐惧、

深入骨髓的惊悚。但两者的反应却有所不同。瞪羚知道为了生存自己该怎么做，那就是扭头便跑。在这个意义上，瞪羚比人类感受的更多。除了声光热，瞪羚还感受到了一股不可抗拒的逃跑冲动——这一生存策略深深印刻在它们的基因当中，现在由于森林大火的触发而被完全激活了。

人类同样感受到了恐惧。然而在这种周围危险丛生、其他动物纷纷逃散的情况下，他们却可能矗立不动，眼里充满了好奇，甚至还会不可抗拒地被火焰所吸引而走向前去。正如前文所讲的，正是这种偏离了本能行为的相对自由使得我们会被如此多事物（诸如火焰、日出、海浪、情欲、友人的离世、婴儿的降生等）所深深吸引。

所有这些事物想必都曾让早期人类惊叹不已，并引得他们开始对自身的体验进行更深入的自省。他们开始从新的视角审视生活。对于外界的刺激，他们不再只是简单地作出反应，他们还开始对其加以反思。他们开始触及活着究竟意味着什么的实质。随着人类的出现，宇宙开辟了一块新天地，在这里，各种感受的深层次意涵可以得到关注和思考。

而人类最伟大的发明，称为符号化语言，则使得他们能够分享和传递这种内容极为丰富的意识。宇宙的创造性在人类身上达到了一个新的活跃程度，创造性以言语的形式四溢而出。这好像是，早期人类无法包容如此强度的创造性，便建构出了各种心理“容器”，用以承载这白热化的意识的一部分。

在那场森林大火过去多年之后，当这些人类在傍晚围坐在一起，以急促的声音讲述起当时的情景时，他们突然之间又仿佛看到了熊熊火焰和自相奔践的动物。他们吓得簇拥到一起，就仿佛自己的头发就要被火焰烧着了一般，并且再一次地，他们既恐惧惊怖，又被面前的情景所深深吸引。

随着符号的发明，人类将他们丰富的想象投射到了周围的世界。从此一切不再是过去的模样。随着语言的发明，人类步入了符号化意识阶段。现在人类可以记忆和回顾自己所走过历程中的大事件。于是故事出现了。

文化作为集体DNA

当先民学会将意识外化时，他们向成为人类又迈出了更近的一步。通过在动物骨头或湿黏土上刻下印记，人类发明了一种方式，得以将自己的意识外化到某种比自身更为持久的载体上。于是一个带有刻画的鹿角便成了人类对于月亮在天上位置的理解的一种体现。

自打四十亿年前 DNA 分子出现之后，在生命过程中还有没有出现过如此重要的事件。生命借助 DNA 存储那些在演化过程中出现的最为紧要的变化的信息。比如，如果亲代抚育被编码进了一种鱼类的 DNA 中，那么这种鱼类的以后各代就都会具备这些指令，哪怕它们距离最初出现亲代抚育

变异的祖先已经过去了很久。因此，一旦某个过程被记录在了 DNA 分子中，那它就有机会成为一笔超越时间的遗产。而倘若它没有被记录进 DNA，那它终将遗失。

类似的情形也出现在了当人类学会将其意识外化到文化载体上的时候，只是这里有着一个巨大的区别。现在人类可以将得到的伟大洞见保存在绘画、诗歌和散文当中，于是人类文化成了某种位于身体外部的 DNA。

借助文化，人类的各种经验可以被记忆和传递，而无需改变 DNA。任何宝贵的理解，哪怕只是一个人经验而得到的，都可以成为持久的人类共同遗产的一部分。这正是语言（口语或书面语）的威力所在。比如，借助张载的《西铭》，我们得以继承他的新儒家遗产："乾称父，坤称母；予兹藐焉，乃混然中处。故天地之塞，吾其体；天地之帅，吾其性。民吾同胞，物吾与也。"[①]

借助《西铭》（及其他所有伟大的文字），人类找到了一种方式，得以保存历代最深刻的洞见，使之成为一个持久的语境的一部分，为融入其中的每一个新人提供滋养。因此，一个孩子不仅被给予了自己父母的基因遗产，也被赋予了一种超越基因的文化遗产。张载当初设想了这个普遍关爱人类和万物的理想图景，而这个洞见并被没有随着他的逝去而消

① Wm. Theodore de Bary and Irene Bloom, eds., *Source of Chinese Tradition*, vol. 1 (New York: Columbia University Press, 1999), 683.

失。它被保存在了语言当中，因而仍有可能影响到后世各地的人们。

覆盖整个地球

通过文化，我们找到了种种方式来分享各自的心灵和感受。而通过这样的合作，我们也发明了更为强大的生存策略。

通过将故事和成就书于泥板和石头等可以延续多个世纪的载体，我们得以保存知识。后世的每一代人因而可以借鉴前贤所习得和传递给下来的知识——史诗和经文，诗歌和戏剧，专著和年鉴，如此等等。

这样的事情前所未见。这些知识及其赋予的生存能力，使得人类可以超越过往四十亿年的生命历程所施加的种种束缚。这种新的能制造和使用符号的动物，身上具备了其他三千多万种物种统统不具备的一些能力。

人类有各种巨大的知识宝库可资利用，其中的知识通过书面和口头传统经过数千年的时间积累和提炼而来。说人是孤立的个体，这种说法并没有什么依据，因为我们每个人都身处一个由全体人类获取的经验和理解汇聚而成的海洋。而当我们学会从中汲取养分时，我们便是开始参与到了一个延续了约二十万年的集体过程当中。

带着这种更高层次的意识，这些前所未有强大的人类走

出了非洲，几乎在瞬间（以地质时间计），其存在便遍及每一块大陆。高山？沙漠？海洋？暴风雪？没有什么能够阻止人类的脚步。由于这些制造和使用符号的能力，我们人类在一夜之间成了一种全球性物种。

第九章

成为一种全球性存在

我们人类每到一个地方，我们便成为了那个地方。这靠的正是符号性意识赋予的强大力量。借助各种文化发明，人类得以以比单纯依靠基因变化的方式快得多的速度去适应新环境。所以那些决定追随驯鹿的人类很快成了“驯鹿的子民”。他们走着与驯鹿相同的迁徙路径，吃着部分相同的食物。而在夜晚，在宴会上和舞蹈中，他们会尽情庆祝身为驯鹿子民的喜悦。

其他一些人类选择与鲸鱼相处，他们便成了鲸鱼的子民。还有些则崇拜起鸟类，他们开始佩戴羽毛装饰，以歌声相互召唤，并将在死后成为鸟类的一员作为最崇高的归宿。

这些早期人类不仅仅只是走遍了地球的各大区域，随着他们按照各个区域的独特之处重新想象自己的生命，他们的想象也把握住了这些地方的精髓。他们是把周围的每一种色彩和声音都融入了自己的生命和灵魂中。

这里值得注意的一点是，恰巧与人类这段遍及全球的冒险历程相伴出现的是一波动物灭绝的浪潮。人类在五万年前首次走出非洲，在大概一万八千年前踏上北美大陆，之后过了仅仅一千年，其足迹便已经抵达南美大陆的最南端。而在此期间，美洲大陆上的大量大型哺乳动物灭绝了。

尽管我们还无法确定，这样的灭绝是由人类引起的，还是由于气候变化，但不论如何，我们成为一种全球性存在的历程伴随着这样一种生命的减少，这一事实还是不免让我们困扰。人类的故事既彰显了其力量，也揭示出其中令人沉痛的一面。

人类的特出之处（这在整个迅速覆盖全球的过程中显露无遗）在于，其符号化意识赋予其能够在任何生物群落区中生存的能力。而人类面对的挑战（或许大规模的动物灭绝就是一个警示）也正在于，学会控制这些由符号化意识赋予的看似无限强大的力量。

文明的曙光

由于地球是圆的，终有一天，这些最为成功的人类绕过一圈后，与自身发生了“折叠”，遇上了另一种可与之匹敌的动物——他们的远房表兄弟。于是在经过近二十万年的狩猎和采集生活后，人类逐渐在最为肥沃的河流三角洲定居了

下来，在非洲的尼罗河、美索不达米亚的底格里斯河和幼发拉底河、印度的印度河、中国的黄河，以及北美洲的密西西比河等。从这些河谷的定居点，人类开始了不断深化相互之间互动的过程。

当宇宙自身发生“折叠”时，其复杂性增加了。我们在前面的恒星活动中就已经见到过这一点：简单的原子被挤压到一起，从而创造出了上百种更为复杂的元素。生命的集聚也有着类似的效果：当众多个体细胞相互建立起密切联系时，它们学会了合作和分工，从而催生出了植物和动物。

文明的出现是地球复杂性不断深化过程中的一个重大事件。最早的一批城市（诸如西亚的杰里科和苏美尔，南亚的哈拉帕和摩亨朱达罗）成了人类创造性的熔炉。于是人类的可能性有了极大的扩展。建筑和轮式运输，造砖和采石，文学和仪式性艺术，武器制造和金属冶炼，立法和官僚行政，以及最重要的农业和种子保存，它们要么首次被发展出来，要么得到了长足的改进。而所有这些都对人类的意识产生了深刻的影响。通过在播种和收获中思考季节的变化，人类意识到了地球在一年中的巨大转换，并配合这种季节转换创造了四时的仪式。通过观察种子成长为植株时体现的繁殖能力，人类也觉察到了大地的丰饶，并利用符号和仪式加以庆祝。

这整个过程有赖于人类发起和维持合作的能力，尤其是

在粮食的生产及在不同人群之间的分配上。但我们的 DNA 中不存在管理这些行为的基因指令。因此，从约五千年前起，人类的行为就开始被语言，尤其是被文明的符号化代码所形塑。

这些法律和伦理代码创造出了一种凝聚力，使得社会避免由于人与人之间的争斗而陷入混沌。每个部落被迫放弃了部分先前的自主权，而由此导致的人与人之间的合作则彻底改变了地球的面貌。金字塔从非洲沙漠里拔地而起，古老的河流被改变了流向，目力所及的土地得到了灌溉，森林则不断萎缩，沦为汪洋中的一座座孤岛。

随着园艺学的出现，种子不再受到气候无常的制约，而是在人类逻辑思维的指导下得到了精心且精确的滋育。当连种子都开始不仅是生长在自然中，而且是生长在一个被人类意识所改造的自然中时，这又意味着什么？

这意味着，当时一个巨大的转变正在发生。地球的地质和生物结构正在被人类存在（以代码、符号和文字的形式）所渗透。

机械式宇宙

或许这也是不可避免的，我们后来会为自己的符号系统（象形文字、字母或数字）所深深吸引。这些代码构成了用

以组织社会和文明的种种模式。它们构建了我们的食物系统，组织了我们的军事系统，还为我们的庙宇提供了设计蓝图。难怪自然而然，我们会完全沉浸到这些制造和使用符号的活动中，并最终建构出了多种教育系统——它们主要关注的不是现实本身，而是语言、数学、技术等。

除此之外，就像毕达哥拉斯在两千五百年前直觉意识到的，符号本身也有着一种无法抗拒的魔力。通过某种神秘的方式，它们让我们得以一窥宇宙的本质。

试想一下牛顿力学。很少有符号化代码能比牛顿运动定律更令人印象深刻。从一个角度看，它们只不过是纸面上弯弯曲曲的线条；而从另一个角度看，它们能够精确预测出小到地球上扔出的一块石头、大到天上的各行星的运动。这些方程式让人如此印象深刻，一些欧洲哲学家，诸如伏尔泰和康德便认为，牛顿的成果无异于一次天启。

慢慢地，许多有教养的欧洲人开始相信，宇宙正是以牛顿的方程式所揭示的方式运作的。物质是被动的，依据一些确定论的规律运动，而这些规律可以为人类的理性所发现。他们还设想，这些规律在万物之初由一位神明所订立，然后他的世界机器就依据这些规律开始运转。他们称这为一个机械式宇宙。

进步的梦想

我们现代人类被这些数学方程式的威力所折服，甚至于把这些抽象符号当作了现实。仿佛如果我们找到了正确的数，并把它们代入方程式中，那么我们就会事先知道事物在未来会如何发展。

约翰·弗拉姆斯蒂德在一六七五年创建格林尼治天文台时恐怕心里也是这样想的。在之后的四十多年时间里，他一夜又一夜地观测星空，记录下月球和恒星的位置，以期获得精确的数据以帮助航海者在大海中定位。这也是当时欧洲几大列强竞相在做的事情。为了掌握船只在海上的运动，地球的地表在人类手中变成了一个由经度和纬度标记的巨大网格。而借助方程式和测量数据，早期的现代科学家发现了许多不为古典时代学者所知的真理。在化学、生理学、工程学和天文学中，这些欧洲人意识到，毕达哥拉斯的先见之明是正确的——世界确实可以通过数和模式加以理解。

这种新的、现代形式的意识的一个决定性特征是，它决定将所有这些符号性知识集大成到各种机器身上。一部机器是一个旨在满足人类特定欲求的物理系统。于是那些最初以数学模式形式存在于意识中的东西外化成了内燃机、液压泵、电动机，以及后来出现的，电子计算机、可控核裂变以及基因工程等。这样的技术革命成了现代进步的引擎。

在操控物质并将其商品化上，当时的人类已经实现了长足的进步。对于早期的现代科学家来说，物质是中性的，其所有意义都来自于它们可以如何为我们人类所利用。

现代人类已然与古人相决裂。他们不再寻求与自然的沟通，或将其视为神的礼物。他们寻求的是改变世界。他们有一个梦想，梦想借助这些新技术的力量，他们将创造出一个更美好的世界——更丰裕的食物、更高效的交通，以及更快速的传播。通过利用自己的新机器，他们梦想着最终能消除贫困、饥饿和疾病。之前的人们哀叹尘世的苦难，而梦想在死后进入美好的天堂。这些现代人类则有着一个不同的梦想，他们希望通过自己的力量在尘世建起理想的天国。

一个地质年代的终结

在自己所掌握的技术和追求物质进步的梦想的驱动下，现代人类把整个星球视为了一众可资利用的资源。他们生产出了前所未有数量的食物，因而人口数量出现了暴涨。在牛顿生活的时代，地球上有约五亿人。而到了二十一世纪初，这个数目达到了七十亿，并且还在持续增加。为如此众多的人类提供食物和住所已经导致了海洋资源的枯竭、森林的萎缩以及表层土壤的流失。

所有这一切，现代人们不过是在延续和拓展始于更早之

前的文明的那些过程。而与此同时，整个星球的地质和生物结构也越来越深入地被人类存在所渗透。在人类出现之前的数十亿年里，诸如自然选择或基因变异等动态过程自然不会受到人类意识的影响。在人类出现之初，他们的存在相较于那些更宏大的生命和自然过程也可以忽略不计。但在进入现代之后，一个转变发生了。由于我们的控制力得到了符号性意识的强化和放大，我们人类开始影响到那些原本完全不可控的自然选择过程。地球的大气和生物圈开始持续不断地被人类的决策所影响。

这一点我们从比如非洲猎豹身上就能很明显看到。经过在非洲草原上数百万年神秘的生物演化过程之后，猎豹形成了如今这副矫健的身姿。但现如今，猎豹已不再在野外条件下演化。相反，它们生活在自然保护区里，其所生活天地的位置和大小、种群的规模等大多都是由人类决定的。

类似的事情也发生在了河马、瞪羚、斑马、海龟以及各类鸣禽身上。它们现在都生活在一个许多重要方面受到符号化意识建构的世界里。如此这般，我们人类便深刻影响到了地球的演化动态过程。

我们现在生活在了一个大为不同的星球上，在这里，演化的决定性因素不是生物学而是符号化意识。文化选择的影响压过了自然选择，也就是说，物种及整个生态系统的生存现在主要取决于人类的活动。因此，我们现在面对着一个前

人甚至想都想不到的挑战：我们如何才能做出长远来看有益于整个星球的决策？

我们不只刚刚意识到自己身上这份更重大的责任，我们同时也发现自己的所作所为正在导致大规模的破坏。由于所掌握的机器和自身的庞大数目，我们已经成了一股地质力量。正是由于我们，冰盖正在消融。也正是由于我们，珊瑚礁正在萎缩。

我们过去以为，自己是在创造一个更美好、更繁荣的世界。但从生命的视角来看，我们做的却是截然相反的事情。这些意料之外的恶果现在正变得日益明晰。海洋、河流、大气以及土壤等都由于我们的行为而受到了严重的损害。

这种灾难性影响从这样一个事实中显露无遗：我们每年都在致使数千种物种灭绝。事实上，自打恐龙灭绝以来，这样的毁灭是前所未见的。现代人类崛起的一个后果（显然也不是有意为之）便是，始于六千五百万年前的新生代中的一个地质年代的终结。伴随着这种人类导致的大规模灭绝，我们离开了延续有一万多年的全新世，而进入了人类世，这个新的地质年代的塑造性力量不是自然系统，而是人类。①

① “人类世”的说法最早由荷兰大气化学家、诺贝尔奖得主保罗·克鲁岑和美国生物学家尤金·施特默提出：Paul Crutzen and Eugene Stoermer, “The 'Anthropocene',” *Global Change Newsletter*, vol. 41 (May 2000): 17–18.

第十章

重新思考物质和时间

从其诞生之初，现代科学就致力于发现知识，并运用它们来创造一个更美好的世界。但为什么，在有了所有这些科学知识和技术之后，我们却对地球的生态系统造成了如此广泛的破坏？我们导致了这种破坏，一大部分原因在于，我们并没有深刻认识到，生命可是花费了数十亿年的时间才达到了如今这样的复杂性。那我们的现代意识呢？它怎么没能帮助我们预见到自身生活方式的灾难性后果？

我们导致了这种破坏，或许至少还有一部分原因在于，我们长久以来对于物质本身的理解并不恰当。在十六世纪后期和十七世纪，从自然哲学的激烈辩论中出现了一种有时也被称为“确定论唯物主义”的世界观。其三大思想支柱分别是：（一）宇宙中万事万物都是由物质的微小粒子构成的，（二）这些粒子纯粹是物质的，没有丝毫的主体性，以及（三）这些粒子遵照一套确定论的数学定律运动。

伽利略是首位采取并发展了这一世界观的科学家。他借鉴了在阿基米德那里发现的分析式进路，并借此用数学成功解释了球在斜面上的运动。这样他也抛弃了亚里士多德以及欧洲中世纪哲学家的学说，后者试图通过每个事物内在具有的某种理念式的冲力来解释运动。伽利略及其追随者把关注点从诸如理念或美这样的质转向了量。他们采取的进路引导他们得出了前人所未见的关于自然界的种种洞见。

这一进路在艾萨克·牛顿（他出生于一六四二年，伽利略也正好在同年去世）[①]那里达到了顶峰。牛顿将伽利略的思考方式从滚落的球扩展到了太阳系的行星，并取得了类似的成功。通过假设木星、火星和金星只是一个个由物质构成的巨大球体，而不是神话里的诸神（朱庇特、马尔斯和维纳斯），牛顿提出了它们运行的精确数学轨迹（据此就可以预测它们在以后的位置）。

所有这些都以严谨的数学方式写进了牛顿的《自然哲学的数学原理》。它在一六八七年的出版是人类思想史上的一个重要时刻。尽管他的《原理》为确定论唯物主义奠定了基础，但这样的机械论哲学却与牛顿自己对于宇宙本质的神秘主义直觉格格不入。机械论哲学将诸如具有神秘力量的圣林或圣泉之类的古代思想挤到了一边。甚至亚里士多德学派所

① 伽利略死于新历一六四二年年初，牛顿生于旧历一六四二年圣诞节，转换成新历便是一六四三年一月四日。——译者注。

持的动物有灵的观点也遭到了抛弃。在欧洲各地流传开来的是这样一种新思想：整个宇宙是一部巨大的机器，遵行一套自然规律运转。相应地，人类所关心的议程也为之一新。正如弗朗西斯·培根等人所宣扬的，我们现代人类，凭借自身高超的智力，必须努力去认识那些支配物质的规律，从而让我们成为自然的主人。

正当科学家提出对于物质的新理解时，勒内·笛卡尔则从哲学层面上指出，物质本身是被动的、惰性的，心智只存在于人类的脑中。在笛卡尔及其他许多启蒙思想家看来，物质应当被视为不具备主体性的东西。只有人类具有思维和感觉，其他动物和自然的其余部分只是像机器那样运作。所以不难想象，这样的一种还原论世界观如何在后来成为了工业社会为自己肆意肢解地球的生态系统所找的理由。繁茂的森林被砍光，丰富的鱼类资源被耗尽。古老的山顶被移除以挖掘煤矿，厚重的海底被钻孔以开采石油。从这种现代的视角看来，物质存在主要是为人类服务的。自然整个精致的、鲜活的生态系统都可被人类所利用。而这样的一种世界观正是现在的主流观点。

比利时化学家伊利亚·普利高津及其他人率先破除了现代科学对于物质的被动性的迷信。普利高津的一系列实验表明，在特定条件下，化学物质可以自组织形成复杂的、要求数万亿个分子相互协调才能实现的模式。而且它们这样做，

并没有得到所谓的指令。没有人类去组织它们，它们也没有什么基因蓝图去指导自己的行为。相反，是它们自己内在的自组织动态过程引导了这些复杂的互动。

一种更简单的理解物质的这种创造性的自组织动态过程的方式是，看看宇宙和地球的演化。不论是笛卡尔，还是牛顿都没有意识到的物质的深层次真理是，经过四十多亿年时间的演化，熔融的岩石将自己转化成了黑脉金斑蝶、大蓝鹭以及莫扎特的美妙音乐。正是由于对这个恢弘的过程一无所知，我们过去才落入了一种幻象，以为我们在这里的角色是对惰性的物质加以再造。

而我们汲汲于试图控制自然界已然导致了地球生态系统的衰退。陆地上和海洋里的生命正不断在萎缩。地球如今的退化是一种生物的灾难性毁灭，程度之严重是在过去六千五百万里前所未见的。我们的生活方式竟已到了与地球的生命系统如此脱节，以致这样的大规模毁灭我们竟然视而不见的地步吗？是否有可能，我们之所以与自然如此脱节，部分原因还在于我们对于时间的理解也并不恰当？

那种有机的、与自然的循环密切联系的传统时间感，在人类进入现代后就被抛弃了。取而代之的是现代人类发明的机械式时间。当他们把时钟放在城市的钟楼中供奉起来时，他们便愈加与生命的律动相脱节。每个城镇的居民学会了根据时钟的指针位置组织自己的生活，已经没有什么必要去抬

头看日头的位置了。时钟及其标记时间的机械方式慢慢成了人类生活实际上的核心组织原则。

时间的这种机械式呈现方式大大提高了工业生产力。现在整个城市的人们都可以在同一个机械式时间的指挥下被组织起来。并且这样的计时工具永远不会停歇，现代的生活和工作于是可以夜以继日地不间断进行。不论是工厂工人，还是投资银行家，每个人都被绑定到了各种机器的网络中，他们有的提供原材料，有的运输成品。所有人协调一致，使得整个过程就像单部复杂的机器那样运作。

这样一部“机器”是我们现代人类所取得的重大成就之一。但在这个过程中，技术成了主导，人类却成了附属。他们被裹挟进各种工业模式中，与自然的律动则愈来愈脱节。我们的居住、交通、农业和商业等系统在建构和交互过程中并没有怎么参考自身所处生态系统的各种有机的生命模式。随着数十亿人都被整合进这部巨大的“机器”中，物质生产的水平蒸蒸日上，代价却是在自我毁灭的道路上越走越远。除了慢性压力、亚健康以及人类在其中感受到的异化感，这样一部“机器”还带来了意料之外的后果：它在不断侵蚀着人类经济的基础——生命的生态过程。每一天，生态系统在逐渐恶化，大量独特的物种在不断灭绝，而我们现代人类却由于已习惯了关注别的一些东西，因而对我们的工业文明正在摧毁自身基础的事实视而不见。

但一种对于时间的更深刻理解，已经在我们对自然的探索中浮现了出来。我们慢慢开始把时间理解为创造性涌现的一种度量。十九世纪的地质学家詹姆斯·赫顿和查尔斯·赖尔等人率先意识到，地球是经过数十亿年的漫长时间逐渐演化而来的。查尔斯·达尔文则以他发现的生物演化时间进一步深化了这种认识。而进入二十世纪，埃德温·哈勃和阿尔伯特·爱因斯坦完成了这个发现的拼图。他们让我们意识到，宇宙作为一个整体的发展便是历经百十亿年时间的创造性涌现。

所以不要把时间视为中世纪钟表的指针运动，或由石英晶体振荡生成的数字显示，相反，我们可以试着这样理解时间：在宇宙论意义上，时间是宇宙本身的创造性。存在生成首批氢原子的一个时间，存在生成星系的一个时间，还存在地球最终孕育出生命的一个时间。这些时间都不是用任何机械式手段呈现的，却是通过宇宙本身最深层次的种种过程彰显的。类似地，存在宇宙最终孕育出人类的一个时间。而我们现在所处的这个时间也不是任何机械式时间，而是这样一个宇宙时间：地球本身逐渐开始有了有意识的自我觉知。

第十一章

地球共同体的出现

地球开始有了有意识的自我觉知，这是数百万年未有之大变局。身处这一大变局之中，我们该如何应对？我们好比置身于一片黑夜——茫无头绪，却不得不摸索前行。前路不明，我们又该以何为指引？

之所以前路不明，是因为我们对于自身更大的目的和命运认识不清。我们在极力寻找某些模式，以便让自己能与一个更辽阔的命运相联系——也就是说，积极参与到地球故事的展开中去。但没有什么比命运更神秘难解了——不论是一个人的、我们这个物种的、我们行星的，还是宇宙本身的。更何况在现代人类看来，这个问题可没有商业和贸易这样的实用问题要紧。

而环顾四周，宇宙中的万事万物似乎都各有其角色，这不免让我们对于自身命运的困惑更显得令人苦恼。原初的大爆炸生成了最基本的稳定物质，恒星则创造出了各种化学元

素。地球上的各种事物也不例外，每个物种都在一个更大的共同体中扮演着其独特的角色。海洋里的浮游植物制造出了氧气，让动物得以呼吸。这便是它们所做的重要工作——为每个肺提供勃勃的生气。

那我们人类也有这样一个角色吗？对于宇宙来说，有我们存在的理由吗？是有什么重要工作需要我们去做的吗？

进入现代以后，对于人类命运的种种传统回答往往已经无法让我们满足。而我们汲汲于此或许也揭示出了人类本性中的某种特别之处。其他物种一旦找到了适合的生物群落区，就会在那里安定下来。而我们人类在每个地方都觉得仿佛“是吾乡”，却又总是无法心安。某种内在的渴求驱使着我们不断从一个地方辗转到另一个地方。

或许我们的命运正与这种渴望去经历、去深入事物更深层次的欲望相关。又或许这正是我们现在在这里的原因——凝聚了宇宙如此的造化之功，我们要成为以人体形式浓缩的宇宙。我们要成为不仅仅只是民族国家的子民，更是宇宙的子民——我们如此亲近宇宙，就如同恒星或海洋之于宇宙一般。我们要认识到自身的角色，从而把维护地球共同体的生生不息当成自己肩负的责任之一。

惊叹感与恒星

在这一迈向完全发展的人类的过程中，我们也在不断寻找可靠的指引。我们需要知道哪些东西是我们可以仰赖的，毕竟太多先前我们以为是确定无疑的东西要么已然被推翻，要么正在经历变革。为了迈向未来，我们需要知道什么东西还会在那里。

这其中有一样东西是可以确定的，那就是天上的恒星。我们可以确信，它们还会在那里，继续闪耀着光芒。它们是茫茫黑夜中指路的明灯，让我们感到宽慰。它们的美一直以来都让我们惊叹不已。而这种惊叹感正是我们在这一迈向完全发展的人类的过程中最可宝贵的指引之一。

经由这种惊叹感，宇宙得以有机会灌注进入我们体内，与我们融为一体。试想这些恒星，它们在地球的天上闪耀了四十五亿年。然后出现了这些新的造物，这些人类。他们与其他生物的不同之处在于，每次仰望星空，他们都会感到惊喜。而这种感受激发他们进行了各项艺术和科学活动。在数十万年之后，人类又发现了，正是这些恒星创造出了构成他们身体的各种化学元素。

通过对世界始终抱有惊叹感，人类得以认识到，他们是恒星的孩子——这一点在古代神话中已被人类直觉地意识到，但只有通过现代科学才得以确认。他们慢慢明白了，原

来宇宙中的万事万物构成了一个相互联系的大家庭，用印第安人的话说，“我们都是亲戚”（all my relations）。

惊叹感不只是一种情绪，它是一个入口，让我们得以沟通宇宙的本质。经由这种惊叹感，我们得以有机会品出成熟果实的美味，熬过心碎之事的阵痛，欣喜于天地造物的雄伟，并认识到人之为人的意义。

宇宙的能量犹如醍醐灌顶，带我们带来启示。在每一个我们惊叹（无论其大小）的时刻，我们都是在接受宇宙的能量进入我们的生命。

无论我们在面对宇宙的古老和浩瀚时可能会感到自己是多么渺小，但在我们这种存在身上，却有（小）宇宙为自身发出惊叹。经由这种惊叹感，我们发现了宇宙不断展开的故事——这个故事由我们来讲述，但这个故事也在讲述着我们。

亲密感与海洋

海洋也会是我们迈向未来的指引之一。海纳百川，包容万物。即便最坚硬的岩石，只要假以时日，也会消融进入海洋的波涛中。

凭借着我们的符号化意识，我们人类也具备了类似海洋这种消融界限的能力。而我们所渴求的是深层次的亲密关系。人类的想象力已经赋予了我们某种地球生命史上前所未

有的新东西：一种设身处地从他人的视角体验世界的能力，我们称之为同理心。那这意味着什么？在哺乳动物世界中，一只母熊能够辨认出自己的幼崽，并精心照料它。而随着人类的出现，我们实现了一个演化突破——我们发展出的慈悯之心，不只限于自己的后代，更是推广到了天地万物。由此，地球为一种富有同理心的存在的最终出现创造了可能性，这种生物将能够深入任何存在的内心，与其融为一体。

我们人类的命运正是成为天地之心，与整个地球共同体融为一体。尽管我们只是宇宙中的沧海一粟，但我们这种存在具有一种能力，能与天地万物相感应。这正是我们迈向完全发展的人类的未来方向。

创造性与生生不息

最后，有了恒星和海洋的指引，我们现在可以思考自己应该做些什么，才算不辜负人类的命运。显然一如太阳渴望发光，地球渴望自转，我们人类则是渴望创造。所以我们的命运不可避免地要与神秘的创造性和时间交织在一起。

二十世纪宇宙学最惊人的发现之一便是宇宙所内含的时间感。这种时间不是一种机械式时间，而是一种宇宙中万物出现的宇宙时间。在某些重要方面，宇宙有点类似于一棵红橡树的生长，一个阶段的发展引出了下一个阶段。比如在

宇宙诞生数亿年后，星系开始形成。早一些或晚一些，星系都不可能出现。要是有星系在宇宙诞生十万年后就开始出现，那它一出现便会立刻解体。星系形成这一大事件出现所需的能量条件和物质条件在那时，也只有在那时才具备。而随着星系稳定成形，突然间恒星（及行星）的出现成为了可能。要是在此之前，这些恒星及行星是无法形成的。

我们当下的时刻也是如此。我们身处一个大毁灭的时刻，但这同时也是一个大创造的时刻。我们正在参与创造地球生命史的一个新时代。深化我们的意识，以便与我们所处的近一百四十亿年的创造性事件的动态过程相契合，这是我们人类在其中的角色。而如何以与地球的种种模式相协调的方式去建造宜居的城市、生产健康的食物，则是我们现在面临的挑战。我们的使命是贡献出我们身心的力量，使宇宙的能量得以在新的水平上进行创造。而我们的命运则是，创造出这样一种全球性文明，其中文化是多元的，并且每种文化又都是生机勃勃的，以及这样一种多样性文明，其中地球上的各种生命与人类都能生生不息。

过去与未来

由于我们深知生命是一段混沌和秩序交织的冒险历程，所以我们有时不免竭力试图去掌控一切。而每当我们的恐惧

占据上风时，我们就很容易为对于未来的某些简单化允诺所吸引。但终究没人知道未来会如何——它隐藏在黑暗中不为人知。未来正由我们所有人亲手创造，但整个过程犹如一团乱麻，又令人迷惑，所以我们现在所需的是勇气，以直面当下的种种不明朗，而不为恐惧和掌控的冲动所驱使。

那这一切是会必然发生的吗？不，没有一个可以这样说。但我们还是有理由充满信心。

想当初宇宙只是一团夸克和轻子时，谁能料想到它即将孕育出星系和恒星？又或者在后来，当地球塑造成型，生命以单细胞形式首次出现时，谁又能预见到将来会出现蓝鳍金枪鱼或广袤的温带雨林？我们发现自己身处一出迷人的生命大戏当中，其中不免充斥着危机和风险，但也蕴含着惊人的创造性。两者的张力在过去已经显露了许多回。二十亿年前，大气中氧气含量变得过高，威胁到了当时的所有生命。它们唯一的求生之法是将自己深深埋进海底的淤泥中。地球的前景看似一片灰暗。然而就在那场危机当中，一种新的细胞出现了，它们不会被氧气破坏，相反依靠氧气获得了能量。由于这个创造性的奇迹，生命开始了新一轮前所未见的大爆发。

在相对立的力量之间的动态张力中实现自身的发展，这是宇宙的本质使然。如果宇宙的创造性能量在过去已经获得了如此辉煌的成功，那么我们有理由相信，这样的创造性也

会启发和指引我们迈向未来。如此这般，我们人类自身的延续便与其他生机勃勃的共同体相交织，要与它们一同奏响宇宙的宏大交响曲。

附录：大事记

宇宙的形成

137 亿年前	我们的可观宇宙的发端 物质粒子和光从一个极热极密的初始点膨胀而来 引力、强相互作用、弱相互作用以及电磁相互作用开始形塑宇宙的发展 大爆炸后几分钟内，第一批原子核开始形成 大爆炸后五十年内，第一批氢原子、氦原子和锂原子开始形成

星系和恒星

130 亿年前	大爆炸后五亿年内，第一批大质量恒星开始出现

	分子云坍缩形成原初的星系
	第一批星系开始合并形成更大的旋涡星系和椭圆星系
120 亿年前	宇宙形成了包括我们的银河系在内的约一千亿个星系
80—90 亿年前	银河系中恒星形成最为快速的时期，银河系中的绝大部分恒星都是在这个时期形成的
	恒星形成的过程一直持续到现在，并将延续到遥远的将来
	超新星爆发将化学元素抛向了宇宙，这个过程始于一百三十亿年前，并将继续延续下去

太阳系

46 亿年前	三次超新星爆发触发了银河系外围猎户臂上某个盘状分子云的恒星形成
45 亿年前	太阳诞生
44.5 亿年前	地球形成，之后它演化出了大气、海洋和大陆
30 亿年前	月球的地质活动停止了

生命

40亿年前	最早的细胞
39亿年前	光合作用
23亿年前	第一次冰河时期
20亿年前	最早的真核细胞，最早的多细胞生物
10亿年前	有性繁殖和异养

植物和动物

古生代

寒武纪

5.42亿年前	水母，海笔，涡虫
4.88亿年前	寒武纪灭绝事件：当时百分之八九十的物种消失了

奥陶纪

4.8亿年前	冈瓦纳大陆（由南美大陆、非洲大陆、南极大陆和马达加斯加结合形成的一个超大陆）
4.4亿年前	奥陶纪灭绝事件

志留纪

4.25亿年前	有颌鱼类出现，生命登上陆地

4.15 亿年前	鳍的发展

泥盆纪

3.95 亿年前	昆虫
3.8 亿年前	鱼类演化出肺
3.7 亿年前	泥盆纪灭绝事件；石松门植物演化出维管组织；最早的树；脊椎动物登上陆地；两栖类

石炭纪

3.5 亿年前	松柏门植物演化出不依赖水的种子
3.3 亿年前	昆虫的翅膀
3.13 亿年前	爬行类，不依赖水的卵

二叠纪

2.56 亿年前	兽孔目（温血的爬行类，现代哺乳动物的祖先）
2.45 亿年前	二叠纪灭绝事件：当时百分之七十五至百分之九十五的物种消失了

中生代

三叠纪

2.35 亿年前	恐龙出现，花出现

2.2 亿年前	盘古大陆出现（由所有大陆结合形成的一个超大陆）
2.1 亿年前	哺乳类；大西洋的诞生；盘古大陆的解体

侏罗纪

1.5 亿年前	鸟类

白垩纪

1.25 亿年前	有袋类哺乳动物
1.14 亿年前	胎盘类哺乳动物
7000 万年前	灵长目哺乳动物
6500 万年前	白垩纪灭绝事件

新生代

古新世

5500 万年前	啮齿目，蝙蝠，早期的鲸，原猴目，早期的马

始新世

4000 万年前	哺乳类的各目都已出现
3700 万年前	始新世灭绝事件（可能与陨石撞击有关）

渐新世

3600 万年前	猴
3500 万年前	早期的猫和狗
3000 万年前	最早的猿
2500 万年前	鲸成为有史以来最大的海洋动物；食肉目的一支进入海洋，成为鳍足类（海狮、海象、海豹）

中新世

2400 万年前	草在陆地上广泛扩散
2000 万年前	猴与猿分家
1900 万年前	早期的羚羊
1500 万年前	中新世灭绝事件（可能与陨石撞击有关）
1200 万年前	长臂猿
1100 万年前	以草为食的动物大为增加
1000 万年前	红毛猩猩
900 万年前	大猩猩
800 万年前	现代猫
700 万年前	象
600 万年前	现代狗

上新世

500 万年前	黑猩猩，南方古猿阿法种
450 万年前	现代的骆驼、熊和猪
400 万年前	狒狒
370 万年前	现代马
350 万年前	早期的牛
330 万年前	末次冰河时期开始
260 万年前	最早的人：能人
180 万年前	现代的猫科、野牛、绵羊和野猪

更新世

150 万年前	猎人：直立人
100 万年前	哺乳动物的势力达到巅峰
73 万年前	更新世灭绝事件
70 万年前	棕熊
65 万年前	狼
50 万年前	大羊驼
20 万年前	洞熊，山羊，现代牛
15 万年前	真猛玛象
12 万年前	斑猫
7.2 万年前	北极熊

人类的历程

旧石器时代

260万年前	能人在非洲出现，石制工具
150万年前	直立人，狩猎
50万年前	衣服，住所，火，手斧
20万年前	智人；在南非的洞穴中发现人类艺术创作的最早证据
10万年前	安葬仪式
4万年前	抵达澳大利亚
3.5万年前	抵达美洲大陆

欧洲的奥瑞纳文化

3.2万年前	乐器

欧洲的格拉维特文化

2万年前	矛、弓和箭

欧洲的马格德林文化

1.8万年前	南欧的洞穴壁画

成为一种全球性存在

新石器时代

公元前 12 000 年	狗被驯化
公元前 10 700 年	绵羊和山羊在中东被驯化
公元前 10 600 年	中东的人类定居点：小麦和大麦被驯化
公元前 10 000 年	狗在北美被驯化
公元前 9000 年	东南亚的人类定居点：水稻栽培，水牛、猪和鸡被驯化，彩陶文化
公元前 8800 年	牛在中东被驯化
公元前 8500 年	美洲大陆的人类定居点：玉米、南瓜、胡椒和豆类被驯化；织布技艺在中东出现
公元前 8000 年	灌溉技术在中东出现；杰里科的人口达到两千
公元前 7500 年	两河流域的哈苏纳文化；小米和黍在中国北方开始种植
公元前 7000 年	安纳托利亚南部的加泰土丘的人口达到五千
公元前 6400 年	马在东欧被驯化

公元前 5300 年	制陶技术在安第斯山区出现
公元前 5000 年	欧洲的人类定居点；葫芦、南瓜、棉花、苋属植物和藜麦在安第斯山区被驯化；骆驼和驴在中东被驯化；象在印度被驯化
公元前 4500 年	花生在安第斯山区被驯化
公元前 3500 年	世界人口达到五百万至一千万

古代文明

公元前 3500 年	车轮和楔形文字在苏美尔出现
公元前 3000 年	埃及的尼罗河流域文明
公元前 2800 年	印度河流域文明
公元前 2100 年	克里特岛的米诺斯文明
公元前 2000 年	欧洲的巨石建筑
公元前 1750 年	巴比伦的汉谟拉比法典
公元前 1700 年	最早的字母表在巴勒斯坦地区出现；说梵语的印度–雅利安人进入印度
公元前 1525 年	中国北方的商朝
公元前 1250 年	摩西
公元前 1200 年	希腊的人类定居点；以色列人出埃及，一神教

公元前 1100 年	中美洲的奥尔梅克文明
公元前 700 年	荷马
公元前 628 年	琐罗亚斯德
公元前 600 年	希腊哲学的发端
公元前 560 年	孔子，佛陀
公元前 550 年	波斯帝国
公元前 509 年	罗马共和国建立
公元前 450 年	苏格拉底，柏拉图，亚里士多德
公元前 327 年	亚历山大大帝东征到印度河流域
公元前 260 年	阿育王统一印度
公元前 221 年	秦始皇统一中国
公元前 150 年	张骞出使西域
公元前 27 年	屋大维成为罗马帝国的首位皇帝，获称奥古斯都
公元前 4 年	耶稣
公元 74 年	佛教传入中国
公元 100 年	世界人口达到三亿
公元 300 年	古典期的玛雅文明
公元 313 年	君士坦丁大帝颁布米兰敕令，禁止对基督教的宗教迫害，并召集召开第一次尼西亚会议
公元 410 年	罗马遭劫掠

公元 570 年	穆罕默德
公元 650 年	伊斯兰文明
公元 790 年	维京人抵达北美洲
公元 800 年	查理曼治下欧洲的卡洛林文艺复兴
公元 900 年	中美洲的托尔特克文明
公元 925 年	阿拉伯数字
公元 1000 年	伊斯兰科学
公元 1088 年	博洛尼亚大学建立
公元 1095 年	十字军东征
公元 1115 年	指南针发明
公元 1200 年	南美洲的印加文明
公元 1206 年	铁木真建立蒙古帝国，获称成吉思汗
公元 1215 年	大宪章限制了英国国王的权力
公元 1271 年	马可 · 波罗开始他的游历
公元 1320 年	中美洲的阿兹特克文明
公元 1325 年	伊本 · 白图泰开始他的游历
公元 1347 年	黑死病；亚洲和欧洲的人口数量大幅下降
公元 1433 年	郑和下西洋，抵达印度洋、波斯湾
公元 1450 年	古登堡圣经
公元 1453 年	拜占庭帝国灭亡
公元 1492 年	哥伦布驶往美洲

公元 1500 年	世界人口达到四亿至五亿
公元 1517 年	马丁·路德掀起宗教改革运动
公元 1519 年	西班牙人征服阿兹特克和印加帝国
公元 1607 年	英国殖民者在北美的詹姆斯镇建立首个定居点

现代世界

公元 1600 年	英国东印度公司获得皇家特许状
公元 1633 年	日本德川幕府颁布锁国令
公元 1721 年	俄国的彼得大帝
公元 1757 年	英国控制印度
公元 1763 年	欧洲列强的殖民地争夺
公元 1776 年	北美独立战争
公元 1789 年	法国大革命
公元 1815 年	拿破仑在滑铁卢被击败
公元 1833 年	奴隶制在大英帝国内被废除
公元 1841 年	第一次鸦片战争结束，中国被迫开放通商口岸
公元 1848 年	欧洲各国爆发革命
公元 1854 年	美国海军军官马修·佩里迫使日本与西方通商

公元 1867 年	马克思出版《资本论》
公元 1884 年	欧洲列强瓜分非洲
公元 1914 年	第一次世界大战
公元 1917 年	俄国十月革命
公元 1918 年	大流感
公元 1919 年	国际联盟
公元 1933 年	大萧条
公元 1939 年	第二次世界大战
公元 1944 年	布雷顿森林体系
公元 1945 年	第一颗原子弹在长崎爆炸；《联合国宪章》
公元 1947 年	印巴分治
公元 1948 年	甘地遇刺；以色列建国
公元 1949 年	中华人民共和国成立
公元 1957 年	第一颗人造卫星上天
公元 1968 年	法国、美国和日本等国的学生运动
公元 1969 年	人类登上月球
公元 1970 年	首个世界地球日
公元 1972 年	首张从太空拍摄的地球照片“蓝色大理石”
公元 1979 年	伊朗伊斯兰革命
公元 1982 年	《世界自然宪章》

公元 1989 年	柏林墙的倒下和冷战结束
公元 1990 年	曼德拉获释和南非的种族隔离终结
公元 1991 年	苏联解体；因特网发明
公元 1992 年	里约热内卢联合国环境与发展大会；《气候变化框架公约》；《生物多样性公约》
公元 1995 年	哥本哈根社会发展问题世界首脑会议；北京世界妇女大会
公元 1996 年	伊斯坦布尔第二次人类居住会议；罗马世界粮食首脑会议
公元 1999 年	世界人口达到六十亿
公元 2000 年	《地球宪章》
公元 2002 年	约翰内斯堡可持续发展问题世界首脑会议
公元 2005 年	联合国文明联盟成立
公元 2007 年	《联合国土著人民权利宣言》
公元 2010 年	《地球母亲权利世界宣言》；《地球宪章》十周年

科学革命

公元 1543 年	哥白尼在死前发表了他的日心说

公元 1609 年	开普勒发现行星沿椭圆轨道绕太阳运行；伽利略利用望远镜观测天体，确立了基于经验观察的科学研究方法
公元 1620 年	培根大力倡导现代科学的实用主义导向
公元 1637 年	笛卡尔提倡用数学分析自然界，并区分物理世界与心智为两个全然不同的领域
公元 1687 年	牛顿提出了一整套对于宇宙的现代观点
公元 1749 年	布丰提出地球的年龄要比教会所宣称的长得多
公元 1750 年	林奈提出了生物分类的现代系统
公元 1755 年	康德提出了关于天体和太阳系形成的星云说
公元 1795 年	赫顿发现，地球的地层和生命都可以往前追溯
公元 1809 年	拉马克研究了生命从低级到高级的演化过程
公元 1827 年	居维叶奠定了动物分类的基础
公元 1830 年	赖尔描述了地球的地质构造
公元 1859 年	达尔文出版了其关于自然选择的学

	说，改变了我们对于生命发展的理解
公元 1866 年	孟德尔发表了其关于植物杂交的论文
公元 1905 年	爱因斯坦彻底改变了我们对于时间、空间、运动、物质和能量的根本理解
公元 1912 年	魏格纳提出了其大陆漂移学说
公元 1927 年	海森堡改变了我们对于原子层次的原有认知
公元 1929 年	哈勃给出证据表明，我们生活在一个不断膨胀的宇宙中
公元 1950 年	汉斯·贝特解释了恒星是如何演化的
公元 1953 年	沃森和克里克发现了 DNA 的双螺旋结构
公元 1962 年	蕾切尔·卡森揭露了杀虫剂对于自然界的影响
公元 1965 年	威耳逊和彭齐亚斯意外发现了有关宇宙起源的证据
公元 1969 年	阿姆斯特朗成为首位踏上月球的人类
公元 1972 年	埃尔德雷奇和古尔德提出了生物演化的间断平衡论
公元 1977 年	普利高津因其自组织理论获得诺贝尔奖
公元 1984 年	标准宇宙模型提出

公元 1998 年	证据表明宇宙在加速膨胀
公元 2003 年	人类基因组计划
公元 2010 年	自二十世纪九十年代以来已经发现了数千个太阳系外行星；观测到一个迄今发现最古老的星系，距离地球一百三十一亿光年

参考文献

第一章　宇宙的发端

Ambjorn, Jan, Jerzy Jurkiewicz, and Renate Loll. “The Self-Organizing Quantum Universe.” *Scientific American*. July, 2008.

Attard, Phil. “The Second Law of Nonequilibrium Thermodynamics.” *Advances in Chemical Physics*. 140/1, 2008.

Barrow, John. *The Origin of the Universe*. New York: Basic Books, 2001.

Barrow, John, Paul C. W. Davies, and Charles L. Harper Jr., eds. *Science and Ultimate Reality: Quantum Theory, Cosmology, and Complexity*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Carr, Bernard, ed. *Universe or Multiverse?* Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Chaisson, Eric. *The Epic of Evolution: Seven Ages of the Cosmos*. New York: Columbia University Press, 2005.

Greene, Brian. *The Elegant Universe*. New York: Vintage Books, 1996.

Hakim, Joy. *The Story of Science: Einstein Adds a New Dimension*. Washington, DC: Smithsonian Books, 2007.

Leslie, John, ed. *Physical Cosmology and Philosophy*. New York: Macmillan, 1990.

North, John. *The Norton History of Astronomy and Cosmology*. New York: W. W. Norton and Company, 1995.

Primack, Joel, and Nancy Ellen Abrams. *View from the Center of the Universe: Discovering Our Extraordinary Place in the Cosmos*. New York: Riverhead-Penguin, 2007.

Pylkkanen, Paavo. *Mind, Matter, and the Implicate Order*. Berlin: Springer, 2007.

Rees, Martin. *Just Six Numbers: The Deep Forces That Shape the Universe*. New York: Basic Books, 1997.

——. *Our Cosmic Habitat*. Princeton: Princeton University Press, 2001.

Reeves, Hubert. *Hour of Our Delight: Cosmic Evolution, Order, and Complexity*. San Francisco: Freeman, 1991.

Rickles, Dean, Steven French, and Juha Saatsi, eds. *The Structural*

Foundations of Quantum Gravity. Oxford: Oxford University Press, 2006.

Schilling, Govert. *Evolving Cosmos*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Silk, Joseph. *Horizons of Cosmology*. West Conshohocken, PA: Templeton Press, 2009.

Smolin, Lee. *The Life of the Cosmos*. New York: Oxford University Press, 1999.

Teerikorpi, Pekka, Mauri Valtonen, K. Lehto, Harry Lehto, Gene Byrd, and Arthur Chernin. *The Evolving Universe and the Origin of Life: The Search for Our Cosmic Roots*. Berlin: Springer, 2009.

Vaas, Rudiger, ed. *Beyond the Big Bang: Competing Scenarios for an Eternal Universe*. Berlin: Springer, 2011.

Verdal, Vlatko. *Decoding Reality: The Universe as Quantum Information*. Oxford: Oxford University Press, 2010.

第二章　星系的形成

Aschwanden, Markus. *Self-Organized Criticality in Astrophysics*. Berlin: Springer, 2011.

Baryshev, Yurji, and Pekka Teerikorpi. *Discovery of Cosmic Fractals*. Singapore: World Scientific, 2002.

Chaisson, Eric. *Cosmic Evolution: The Rise of Complexity in Nature*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2002.

Davies, Paul. *The Goldilocks Enigma: Why Is the Universe Just Right for Life*. London: Allen Lane-Penguin, 2006.

Dyson, Freeman. "Time Without End: Physics and Biology in an Open Universe." *Reviews of Modern Physics* 51/3 (1979): 447–460.

Freedman, Roger A., and William Kaufman. *Universe*. 8th ed. New York: W. H. Freeman, Macmillan, 2007.

Gabrielli, Andrea, Francesco Sylos Labini, Michael Joyce, and Luciano Pietronero. *Statistical Physics for Cosmic Structures*. New York: Springer, 2005.

Laughlin, Robert B. *A Different Universe: Reinventing Physics from the Bottom Down*. New York: Basic Books: 2006.

Liddle, Andrew, and Jon Loveday. *The Oxford Companion to Cosmology*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Longair, Malcolm S. *Galaxy Formation. Astronomy and Astrophysics Library*. 2d ed. New York: Springer, 2008.

Mo, Houjun, Simon White, and Frank van den Bosch. *Galaxy Formation and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

Morrison, Philip, and Morrison, Phylis. *Powers of Ten: A Book*

About the Relative Size of Things in the Universe and the Effect of Adding Another Zero. Redding, CT: Scientific American Library, 1982.

Pagel, Bernard. *Nucleosynthesis and Chemical Evolution of Galaxies*. 2d ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

Sagan, Carl. *Cosmos*. New York: Random House, 1980.

Sparke, Linda, and John Gallagher. *Galaxies in the Universe: An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Tyson, Neil deGrasse, and Donald Goldsmith. *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution*. New York: W. W. Norton, 2004.

第三章　恒星的光芒

Ankay, Askin, Oktay H. Guseinov, and Efe Yazgan. *Neutron Stars, Supernovae, and Supernova Remnants*. Hauppauge, NY: Nova Science, 2007.

Duncan, Todd, and Craig Tyler. *Your Cosmic Context: An Introduction to Modern Cosmology*. San Francisco: Benjamin Cummings-Pearson, 2008.

Eales, Stephen. *Origins: How the Planets, Stars, Galaxies, and the Universe Began*. Berlin: Springer, 2006.

Kippenhahn, Rudolf. *100 Billion Suns: The Birth, Life, and Death of the Stars*. New York: Basic Books, 1983.

LeBlanc, Francis. *An Introduction to Stellar Astrophysics*. New York: Wiley, 2010.

Murdin, Paul. *End in Fire: The Supernova in the Large Magellanic Cloud*. New York: Cambridge University Press, 1990.

Ollivier, Marc, Thérèse Encrenaz, Françoise Roques, Franck Selsis, and Fabienne Casoli. *Planetary Systems: Detection, Formation, and Habitability of Extrasolar Planets*. Berlin: Springer, 2009.

Prialnik, Dina. *An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution*. New York: Cambridge University Press, 2009.

Ryan, Sean, and Andrew Norton. *Stellar Evolution and Nucleosynthesis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

第四章　太阳系的诞生

Casoli, Fabienne, and Therese Encrenaz. *The New Worlds: Extrasolar Planets*. Berlin: Springer, 2010.

Chela-Flores, Julian. *A Second Genesis: Stepping-Stones Towards the Intelligibility of Nature*. Singapore: World Scientific, 2009.

Condie, Kent. *Earth as an Evolving Planetary System*. Boston: Academic Press, 2004.

Dobretsov, Nikolay, Nikolay Kolchanov, Alexey Rozanov, and Georgy Zavarzin, eds. *Biosphere Origin and Evolution*. New York: Springer, 2008.

Ehrenfreund, Pascale, W. M. Irvine, T. Owen, Luann Becker, Jen Blank, J. R. Brucato, and Luigi Colangeli. *Astrobiology: Future Perspectives*. New York: Springer, 2004.

Hazen, Robert, Dominic Papineau, Wouter Bleeker, Robert T. Downs, John M. Ferry, Timothy J. McCoy, Dimitri A. Sverjensky, and Hexiong Yang. "Mineral Evolution." *American Mineralogist*. 93/1693, 2008.

Hergarten, Stefan. *Self-Organized Criticality in Earth Systems*. Berlin: Springer, 2002.

Lin, Douglas. "The Genesis of Planets." *Scientific American*. May, 2008.

Livio, Mario, N. Reid, and W. Sparks, eds. *Astrophysics of Life*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

Lyell, Charles. *Principles of Geology*. First published 1830–1833.

Margulis, Lynn, Clifford Matthews, and Aaron Haselton, eds. *Environmental Evolution*. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.

Ord, Alison, Giles W. Hunt, and Bruce E. Hobbs, eds. "Patterns in Our Planet: Defining New Concepts for the Applications of Multi-scale Non-equilibrium Thermodynamics to Earth-

system Science." *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 368/3, 2010.

Poole, Robert. *Earthrise*. New Haven: Yale University Press, 2008.

Pudritz, Ralph, Paul Higgs, and Jonathon Stone, eds. *Planetary Systems and the Origins of Life*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Stewart, Iain, and John Lynch. *Earth: The Biography*. Washington, DC: National Geographic, 2007.

Tsonis, Anastasios, and James Elsner, eds. *Nonlinear Dynamics in Geosciences*. Berlin: Springer, 2007.

第五章　生命的出现

Abbott, Derek, Paul C. W. Davies, and Arun K. Pati, eds. *Quantum Aspects of Life*. Singapore: World Scientific, 2008.

Alvarez, Walter. *T. Rex and the Crater of Doom*. Princeton: Princeton University Press, 1997.

Baltimore, David, Renato Dulbecco, Francois Jacob, and Rita Levi-Montalcini, eds. *Frontiers of Life*. 4 vol. San Diego: Academic Press, 2002.

Bateson, Gregory. *Mind and Nature: A Necessary Unity*. New York: Bantam Books, 1988.

Bedau, Mark, and Carol Cleland, eds. *The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

Crofts, Antony. "Life, Information, Entropy, and Time." *Complexity* 13/1 (2007): 14–50.

Deamer, David, and Jack Szostak, eds. *The Origins of Life*. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2010.

De Duve, Christian. *Singularities: Landmarks on the Pathways of Life*. New York: Columbia University Press, 2005.

Fisher, George W., Grace S. Brush, and Philip D. Curtin. *Discovering the Chesapeake: The History of an Ecosystem*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2001.

Goodenough, Ursula. *The Sacred Depths of Nature*. New York: Oxford University Press, 2000.

Harold, Franklin. *The Way of the Cell*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

Hazen, Robert. *Genesis: The Scientific Quest for Life's Origin*. Washington, DC: Joseph Henry Press, 2005.

Hickey, Leo. *The Forest Primeval: The Geologic History of Wood and Petrified Forests*. Yale University Publications in Anthropology. New Haven: Yale Peabody Museum, 2010.

Knoll, Andrew. *Life on a Young Planet: The First Three Billion Years of Evolution on Earth*. Princeton: Princeton University Press, 2003.

Liebes, Sidney, Elisabet Sahtouris, and Brian Swimme. *A Walk Through Time: From Star Dust to Us*. New York: John Wiley, 1998.

Lovejoy, Thomas, John Browne, and Chris Patten. *Respect for the Earth: Sustainable Development: Reith Lecture*. London: Profile Books, 2000.

Luisi, Pier Luigi. *The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

Meinesz, Alexandre. *How Life Began: Evolution's Three Geneses*. Chicago: University of Chicago, 2008.

Noble, Denis. *The Music of Life*. Oxford: Oxford University Press, 2006.

Rasmussen, Steen, Mark A. Bedau, Liaohai Chen, David Deamer, David C. Krakauer, Norman H. Packard, and Peter F. Stadler, eds. *Protocells: Bridging Nonliving and Living Matter*. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

Raven, Peter, and Linda R. Berg. *Environment*. 7th ed. New York: Wiley, 2009.

Rhodes, Frank, Richard O. Stone, and Bruce D. Malamud, eds. *Language of the Earth*. Malden, MA: Blackwell, 2008.

Russell, Dale. *Islands in the Cosmos: The Evolution of Life on Land*. Bloomington, IN: Indiana University Press, 2009.

Sampson, Scott. *Dinosaur Odyssey: Fossil Threads in the Web of Life*. Berkeley: University of California Press, 2009.

Sapp, Jan. *The New Foundations of Evolution*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Schneider, Stephen, James R. Miller, Eileen Crist, and Penelope J. Boston, eds. *Scientists Debate Gaia*. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.

Seckbach, Joseph, ed. *Origins: Genesis, Evolution and Diversity of Life*. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004.

Woese, Carl. "A New Biology for a New Century." *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 68/2 (2004): 173–186.

Zaikowski, Lori, Jon Friedrich, and S. Russell Seidel, eds. *Chemical Evolution II: From the Origins of Life to Modern Society*. Washington, DC: American Chemical Society, 2009.

Zewail, Ahmed, ed. *Physical Biology: From Atoms to Medicine*. London: Imperial College Press, 2008.

第六章　生存与死亡

Ackerman, Diane. *A Natural History of the Senses*. New York: Vintage, 1991.

Bak, Per. *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. New York: Springer, 1999.

Barabasi, Albert-Laszlo. *Linked: The New Science of Networks*. Cambridge, MA: Perseus Books, 2002.

Barash, David P. *Natural Selections: Selfish Altruists, Honest Liars, and Other Realities of Evolution*. New York: Bellevue Literary Press, 2007.

Barberousse, Anouk, Michel Morange, and Thomas Pradeu, eds. *Mapping the Future of Biology*. Berlin: Springer, 2009.

Bar Yam, Yaneer. *Dynamics of Complex Systems*. Reading, MA: Addison- Wesley, 1997.

Blumberg, Mark, John Freeman, and Scott Robinson, eds. *Oxford Handbook of Developmental Behavioral Neuroscience*. Oxford: Oxford University Press, 2010.

Callebaut, Werner, and Diego Rasskin-Gutman, eds. *Modularity: Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

Camazine, Scott, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks,

James Sneyd, Guy Theraulaz, and Eric Bonabeau, eds. *Self-Organization in Biological Systems*. Princeton: Princeton University Press, 2001.

Caporale, Lynn, ed. *The Implicit Genome*. Oxford: Oxford University Press, 2006.

Carroll, Sean B. *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo*. New York: Norton, 2005.

Conway Morris, Simon, ed. *The Deep Structure of Biology: Is Convergence Sufficiently Ubiquitous to Give a Directional Signal?* West Conshohocken, PA: Templeton Foundation Press, 2008.

Darwin, Charles. *Origin of Species*. New York: Signet Classics/ Penguin Books, 2003. First published 1859.

Jablonka, Eva, and Marion Lamb. *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.

Kirschner, Mark, and John Gerhart. *The Plausibility of Life*. New Haven: Yale University Press, 2005.

Laubichler, Manfred, and Jane Maienschein, eds. *From Embryology to Evo-Devo*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

Margulis, Lynn. *Symbiotic Planet: A New Look at Evolution*. Reading, MA: Perseus Books, 2000.

Meyers, Robert, editor-in-chief. *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. Berlin: Springer, 2009.

Mitchell, Sandra. *Biological Complexity and Integrative Pluralism*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

Morris, Simon Conway. *Life's Solution: Inevitable Humans in a Lonely Universe*. New York: Cambridge University Press, 2004.

Neumann-Held, Eva, and Christoph Rehmann-Sutter, eds. *Genes in Development: Re-reading the Molecular Paradigm*. Durham, NC: Duke University Press, 2006.

Nowak, Martin. *Evolutionary Dynamics*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2006.

Nuland, Sherwin. *The Wisdom of the Body*. New York: Alfred A. Knopf, 1997.

Pigliucci, Massimo, and Gerd Muller, eds. *Evolution—the Extended Synthesis*. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

Reid, Robert G. B. *Biological Emergences*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

Richerson, Peter. *Not by Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*. Chicago: University of Chicago Press, 2006.

Ruse, Michael, and Joseph Travis, eds. *Evolution: The First Four*

Billion Years. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009.

Sansom, Roger, and Robert Brandon, eds. *Integrating Evolution and Development*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

Smith, John Maynard, and Eörs Szathmáry. *The Major Transitions in Evolution*. New York: Oxford University Press, 1998.

Sole, Ricard, and Jordi Bascompte. *Self-Organization in Complex Ecosystems*. Princeton: Princeton University Press, 2006.

Stewart, Ian. "Self-organization in Evolution." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London,* special issue on Self-Organization: The Quest for the Origin and Evolution of Structure (June 15, 2003): 1101–1123.

Strogatz, Steven H. Sync: *How Order Emerges from Chaos in the Universe, Nature, and Daily Life*. New York: Hyperion, 2004.

Weber, Bruce, and David Depew, eds. *Evolution and Learning*. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

Witzany, Gunther. *Biocommunication and Natural Genome Editing*. Dordrecht: Springer, 2010.

Wrangham, Richard. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. New York: Basic Books, 2009.

Zimmer, Carl. *The Tangled Bank: An Introduction to Evolution*. Greenwood Village, CO: Roberts and Co. Publishers, 2009.

第七章　动物的情欲

Bekoff, Marc. *Animal Passions and Beastly Virtues: Reflections on Redecorating Nature*. Philadelphia: Temple University Press, 2005.

——, ed. *The Encyclopedia of Animal Behavior*. Santa Barbara, CA: Greenwood, 2004.

Birch, Charles, and John B. Cobb. *The Liberation of Life: From the Cell to the Community*. New York: Cambridge University Press, 1981.

Cheney, Dorothy, and Robert Seyfarth. *Baboon Metaphysics: The Evolution of a Social Mind*. Chicago: University of Chicago Press, 2008.

Cobb, John, and David Griffn, eds. *Mind in Nature: Essays on the Interface of Science and Philosophy*. Washington, DC: University Press of America, 1977.

Corning, Peter. *Nature's Magic: Synergy in Evolution and the Fate of Humankind*. New York: Cambridge University Press, 2003.

Croft, Darren, Richard James, and Jens Krause. *Exploring Animal Social Networks*. Princeton: Princeton University Press, 2008.

Goettner-Abendroth, Heide, ed. *Societies of Peace: Matriarchies Past, Present and Future*. Toronto: Inanna Publications, 2009.

Hemelrijk, Charlotte, ed. *Self-Organization and Evolution of Social Systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

Hrdy, Sarah Blaffer. *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009.

Hurley, Susan, and Matthew Nudds, eds. *Rational Animals?* Oxford: Oxford University Press, 2006.

Laland, Kevin, and Bennett Galef, eds. *The Question of Animal Culture*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009.

Levine, George. *Darwin Loves You: Natural Selection and the Re-Enchantment of the World*. Princeton: Princeton University Press, 2006.

Reznikova, Zhanna. *Animal Intelligence: From Individual to Social Cognition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Robb, Christina. *This Changes Everything: The Relation Revolution in Psychology*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2006.

Rogers, Lesley J. *Minds of Their Own: Thinking and Awareness in Animals*. Boulder, CO: Westview Press, 1998.

Roughgarden, Joan. *The Genial Gene: Deconstructing Darwinian*

Selfishness. Berkeley: University of California Press, 2009.

Smuts, Barbara. *Sex and Friendship in Baboons*. New York: Aldine Publishing Co., 1985 (republished 2009).

Sober, Elliott, and David Sloan Wilson. *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998.

Stanley, Steven M. *Earth and Life Through Time*. 2d ed. New York: Freeman, 1989.

Tomasello, Michael. *Why We Cooperate*. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

Waldau, Paul, and Kimberly Patton, eds. *A Communion of Subjects: Animals in Religion, Science, and Ethics*. New York: Columbia University Press, 2006.

Weiss, Kenneth, and Anne Buchanan. *The Mermaid's Tale: Four Billion Years of Cooperation in the Making of Living Things*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009.

Wilson, David Sloan. *Darwin's Cathedral*. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

第八章　人类的起源

Barbieri, Marcello, ed. *Introduction to Biosemiotics: The New Biological Synthesis*. Berlin: Springer, 2007.

Bentley, Alexander, and Herbert D. G. Maschner, eds. *Complex Systems and Archaeology: Empirical and Theoretical Applications*. Salt Lake City, UT: University of Utah Press, 2003.

Boyden, Stephen. *The Biology of Civilization*. Sydney: University of New South Wales Press, 2004.

Bromade, Timothy, and Friedemann Shrenck, eds. *African Biogeography, Climate Change, and Human Evolution*. New York: Oxford University Press, 1999.

Campbell, Bernard G. *Humankind Emerging*. 5th ed. Boston: Scott, Foresman, 1988.

Deacon, Terrence W. *The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain*. New York: W. W. Norton and Company, 1998.

De Waal, Frans. *Our Inner Ape: A Leading Primatologist Explains Why We Are Who We Are*. New York: Riverhead-Penguin, 2006.

Diamond, Jared. *Guns, Germs, and Steel*. New York: Norton, 1998.

Donald, Merlin. *A Mind So Rare*. New York: Norton, 2001.

Eliade, Mircea. *Shamanism: Archaic Techniques of Ecstasy*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1974.

Ellis, Nick, and Diane Larsen-Freeman, eds. *Language as a Complex Adaptive System*. New York: Wiley/Blackwell, 2010.

Falk, Dean. *Finding Our Tongues: Mothers, Infants, and the Origins of Language*. New York: Basic Books, 2009.

Fernandez, Eliseo. "Taking the Relational Turn: Biosemiotics and Some New Trends in Biology." *Biosemiotics* 3/2 (2010): 147–156.

Gontier, Nathalie, Jean Paul van Bendegem, and Diederik Aerts, eds. *Evolutionary Epistemology, Language and Culture: A Non-Adaptationist, Systems Theoretical Approach*. Dordrecht: Springer, 2006.

Grim, John A. *The Shaman: Patterns of Siberian and Ojibway Healing*. Norman, OK: University of Oklahoma Press, 1984.

Hoffmeyer, Jesper. *Biosemiotics: An Examination into the Signs of Life and the Life of Signs*. Chicago: University of Chicago Press, 2009.

Hornborg, Alf, and Carole Crumley, eds. *The World System and the Earth System*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press, 2007.

Johanson, Donald, and Kate Wong. *Lucy's Legacy: The Quest for Human Origins*. New York: Harmony Books, 2009.

Jolly, Alison. *Lucy's Legacy: Sex and Intelligence in Human Evolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.

Konner, Melvin. *The Evolution of Childhood*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2010.

Mithen, Steven. *The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind and Body*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2006.

Mufwene, Salikoko. *The Ecology of Language Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Namhee, Lee, Lisa Mikesell, Anna Dina L. Joaquin, Andrea W. Mates, and John H. Schumann, eds. *The Interactional Instinct: The Evolution and Acquisition of Language*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Tatersall, Ian. *Becoming Human: Evolution and Human Uniqueness*. New York: Harcourt Brace, 1998.

Tomasello, Michael. *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001.

Tononi, Giulio. “Consciousness as Integrated Information.” *Biological Bulletin* 215/3 (2008): 216–242.

Wautischer, Helmut, ed. *Ontology of Consciousness: Percipient Action*. Cambridge, MA: MIT Press, 2008.

Wimberley, Edward. *Nested Ecology: The Place of Humans in the Ecological Hierarchy*. Foreword by John Haught. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2009.

第九章　成为一种全球性存在

Berry, Wendell. *The Unsettling of America: Culture and Agriculture*. San Francisco: Sierra Club Books, 1977.

Botkin, Daniel. *Discordant Harmonies: A New Ecology for the Twenty-First Century*. New York: Oxford University Press, 1990.

Bull, Hedley, and Adam Watson, eds. *The Expansion of International Society*. Oxford: Clarendon Press, 1984.

Callicott, J. Baird. *Earth's Insights: A Multicultural Survey of Ecological Ethics from the Mediterranean Basin to the Australian Outback*. Berkeley: University of California Press, 1997.

Carrasco, David. *Quetzalcoatl and the Irony of Empire: Myths and Prophecies in the Aztec Tradition*. Chicago: University of Chicago Press, 1982.

Chapple, Christopher Key, ed. *Jainism and Ecology: Nonviolence in the Web of Life. Religions of the World and Ecology Series*, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2002.

Chapple, Christopher Key, and Mary Evelyn Tucker, eds. *Hinduism and Ecology: The Intersection of Earth, Sky, and*

Water. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2000.

Christian, David. *Maps of Time: An Introduction to Big History*. Berkeley: University of California Press, 2004.

Costanza, Robert, Lisa J. Graumlich, and Will Steffen, eds. *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

de Bary, William Theodore, Donald Keene, George Tanabe, and Paul Varley, eds. *Sources of Japanese Tradition*. New York: Columbia University Press, 2002.

de Bary, William Theodore, Richard Lufrano, Irene Bloom, and Joseph Adler, eds. *Sources of Chinese Tradition*. 2 vol. New York: Columbia University Press, 1999–2000.

Deming, Alison Hawthorne. *Writing the Sacred into the Real*. Minneapolis: Milkweed, 2001.

Diamond, Jared. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking, 2005.

Ehrlich, Paul. *Human Natures: Genes, Cultures, and the Human Prospect*. Washington, DC: Island Press, 2000.

Eldredge, Niles, ed. *Life on Earth: An Encyclopedia of Biodiversity, Ecology, and Evolution*. Santa Barbara, CA: ABC-CLIO, 2002.

Embree, Ainsley, William Theodore de Bary, and Stephen N. Hay, eds. *Sources of Indian Tradition*. New York: Columbia University Press, 1988.

Escobar, Arturo. *Territories of Difference: Place, Movement, Life*, Redes. Durham, NC: Duke University Press, 2008.

Foltz, Richard C., Frederick M. Denny, and Azizan Baharuddin, eds. *Islam and Ecology: A Bestowed Trust*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2003.

Girardot, Norman J., James Miller, and Liu Xiaogan, eds. *Daoism and Ecology: Ways Within a Cosmic Landscape*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2001.

Goodstein, David. *Out of Gas: The End of the Age of Oil*. New York: Norton, 2004.

Grim, John A., ed. *Indigenous Traditions and Ecology: The Interbeing of Cosmology and Community*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2001.

Hamilton, Clive. *Growth Fetish*. London: Pluto Press, 2003.

Hessel, Dieter T., and Rosemary Radford Ruether, eds. *Christianity and Ecology: Seeking the Well-being of Earth and Humans*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2000.

Karan, Pradyumna. *The Non-Western World*. New York: Routledge, 2004.

Kebede, Messay. *Africa's Quest for a Philosophy of Decolonization*. Amsterdam: Rodopi, 2004.

Kellert, Stephen, and Timothy Farnham, eds. *The Good in Nature and Humanity: Connecting Science, Religion, and Spirituality with the Natural World*. Washington, DC: Island Press, 2002.

Khaldoun, Ibn. *The Muqaddimah: An Introduction to History*. 3 vols. 2d ed. Original Arabic text, 1396. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1967.

Lenski, Gerhard. *Ecological-Evolutionary Theory.* Boulder, CO: Paradigm Publishers, 2005.

Leon-Portilla, Miguel. *Native Meso-American Spirituality*. New York: Paulist Press, 1980.

McKibben, Bill. *The End of Nature*. New York: Doubleday, 1989.

McNeill, J. R. *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century*. New York: Norton, 2000.

McNeill, John, and William Hardy McNeill. *The Human Web: A Birds-Eye View of World History*. New York: Norton, 2003.

Moore, Kathleen Dean. *Holdfast: At Home in the Natural World*. New York: Lyons Press, 1999.

Needham, Joseph. *Science and Civilisation in China*. 6 vols. Cambridge: Cambridge University Press, 1954–1988.

Norgaard, Richard B. *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. London and New York: Routledge, 1994.

Novacek, Michael. *Terra: Our 100-Million-Year-Old Ecosystem and the Threats That Now Put It at Risk*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2007.

Orr, David. *Down to the Wire: Confronting Climate Collapse*. New York: Oxford University Press, 2009.

Palumbo, Stephen. *The Evolution Explosion: How Humans Cause Rapid Evolutionary Change*. New York: W. W. Norton, 2001.

Rockefeller, Steven, and John C. Elder. *Spirit and Nature: Why the Environment Is a Religious Issue*. Boston: Beacon Press, 1992.

Roszak, Theodore. *The Voice of the Earth*. Grand Rapids, MI: Phanes Press, 1992.

Sanders, Scott Russell. *Hunting for Hope*. Boston: Beacon Press, 1998.

Schellnhuber, Hans Joachim, Paul J. Crutzen, William C. Clark, Martin Claussen, and Hermann Held, eds. *Earth System Analysis for Sustainability*. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.

Sullivan, Lawrence Eugene. *Icanchu's Drum: An Orientation to Meaning in South American Religions*. New York: Macmillan, 1988.

Tarnas, Richard. *The Passion of the Western Mind: Understanding the Ideas That Have Shaped Our World View*. New York: Harmony, 1991.

Tattersall, Ian. *Paleontology: A Brief History of Life*. West Conshohocken, PA: Templeton Press, 2010.

Tirosh-Samuelson, Hava, ed. *Judaism and Ecology: Created World and Revealed Word*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 2002.

Tucker, Mary Evelyn. *Philosophy of Qi*. New York: Columbia University Press, 2007.

Tucker, Mary Evelyn, and John Berthrong, eds. *Confucianism and Ecology: The Interrelation of Heaven, Earth, and Humans*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 1998.

Tucker, Mary Evelyn, and Duncan Ryuken Williams, eds. *Buddhism and Ecology: The Interconnection of Dharma and Deeds*. Religions of the World and Ecology Series, edited by Mary Evelyn Tucker and John Grim. Cambridge, MA: Harvard Center for the Study of World Religions, 1997.

Wright, Robert. *Nonzero: The Logic of Human Destiny*. New York: Vintage, 2001.

第十章　重新思考物质和时间

Baaquie, Belal, and Frederick Willeboordse. *Exploring Integrated Science*. Boca Raton: CRC Press, 2010.

Baggott, Jim. *Beyond Measure: Modern Physics, Philosophy and the Meaning of Quantum Theory*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

Barlow, Connie, ed. *Evolution Extended: Biological Debates on the Meaning of Life*. Cambridge, MA: MIT Press, 1994.

Barrow, John, Simon Conway Morris, Stephen Freeland, and

Charles Harper, eds. *Fitness of the Cosmos for Life: Biochemistry and Fine-Tuning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Beinhocker, Eric. *The Origin of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics*. Boston: Harvard Business School Press, 2006.

Bennett, Jane. *Vibrant Matter: A Political Ecology of Things*. Durham, NC: Duke University Press, 2010.

Bergson, Henri. *Creative Evolution*. Westport, CT: Greenwood Press, 1975.

Bird, Richard J. *Chaos and Life: Complexity and Order in Evolution and Thought*. New York: Columbia University Press, 2003.

Bokulich, Alisa. *Reexamining the Quantum: Classical Relation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

Bruteau, Beatrice. *God's Ecstasy: The Creation of a Self-Creating World*. New York: Crossroad, 1997.

Capra, Fritjof. *The Hidden Connections: Integrating the Biological, Cognitive, and Social Dimensions of Life into a Science of Sustainability*. New York: Doubleday, 2002.

Carson, Rachel. *Silent Spring*. Anniversary edition. New York: Mariner Books, 2002 (originally published in 1962).

Clayton, Philip. *Mind and Emergence: From Quantum to Consciousness*. New York: Oxford University Press, 2006.

Davies, Paul, and Niels Gregersen, eds. *Information and the Nature of Reality*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

Dick, Steven, and Mark Lupisella, eds. *Cosmos & Culture: Cultural Evolution in a Cosmic Context*. Washington, DC: NASA SP-4802, http://history. nasa.gov/SP-4802.pdf, 2010.

Ehrlich, Gretel. *Solace of Open Spaces*. New York: Penguin, 1985.

Eiseley, Loren. *The Immense Journey*. New York: Vintage, 1956.

Holland, John. *Emergence. Reading*, MA: Addison-Wesley, 1998.

Holmes, Barbara A. *Race and the Cosmos: An Invitation to View the World Differently*. Harrisburg, PA: Trinity Press International, 2002.

Impey, Chris. *The Living Cosmos: Our Search for Life in the Universe*. New York: Random House, 2007.

Jantsch, Erich. *The Self-Organizing Universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*. New York: Pergamon Press, 1980.

Jencks, Charles. *The Garden of Cosmic Speculation*. London: Frances Lincoln, 2003.

Johnson, Steven. *Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software*. New York: Scribner, 2002.

Kauffman, Stuart. *At Home in the Universe*. New York: Oxford University Press, 1995.

Kelso, J. A. Scott, and David Engstrom. *The Complementary Nature*. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.

Leopold, Aldo. *Sand County Almanac*. New York: Oxford University Press, 1966 (first published in 1949).

Lockwood, Michael. *The Labyrinth of Time: Introducing the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Lopez, Barry. *River Notes: The Dance of the Herons*. New York: Avon Books, 1979.

Mainzer, Klaus. *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*. Berlin: Springer, 2007.

Miller, James Grier. *Living Systems*. New York: McGraw-Hill, 1978.

Mitchell, Melanie. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Morowitz, Harold. *The Emergence of Everything: How the Universe Became Complex*. New York: Oxford University Press, 2004.

Nadeau, Robert, and Menas Kafatos. *The Non-local Universe: The New Physics and Matters of the Mind*. New York: Oxford University Press, 2001.

Nunez, Paul. *Brain, Mind, and the Structure of Reality*. Oxford: Oxford University Press, 2010.

Oliver, Mary. *New and Selected Poems*. Boston: Beacon Press, 1992.

Prigogine, Ilya. *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences*. San Francisco: Freeman, 1980.

Prigogine, Ilya, and Isabelle Stengers. *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. New York: Bantam Books, 1984.

Rogers, Patiann. *Fire-keepers: New and Selected Poems*. Minneapolis, MN: Milkweed, 1994.

Scott, Alwyn. *The Nonlinear Universe*. Berlin: Springer, 2007.

Skrbina, David, ed. *Mind That Abides: Panpsychism in the New Millennium*. Amsterdam: John Benjamins, 2009.

Snyder, Gary. *Back on the Fire*. Berkeley: Shoemaker and Hoard, 2007.

Swimme, Brian, and Thomas Berry. *The Universe Story*. San Francisco: HarperSanFrancisco, 1992.

Teilhard de Chardin, Pierre. *The Human Phenomenon*. Portland, OR: Sussex Academic Press, 2003.

Thompson, Evan. *Mind in Life: Biology, Phenomenology, and the Sciences of Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2007.

Toolan, David. *At Home in the Cosmos*. Maryknoll, NY: Orbis Books, 2001.

Toulmin, Stephen Edelston. *The Return to Cosmology: Postmodern Science and the Theology of Nature*. Berkeley: University of California Press, 1982.

Toulmin, Stephen, and June Goodfield. *The Discovery of Time*. Chicago: University of Chicago Press, 1977.

Wheeler, Wendy. *The Whole Creature: Complexity, Biosemiotics and the Evolution of Culture*. London: Lawrence and Wishart, 2006.

Whitehead, Alfred North. *Process and Reality: An Essay in Cosmology*. New York: Free Press, 1929.

Whitfield, John. *In the Beat of a Heart: Life, Energy, and the Unity of Nature*. Washington, DC: Joseph Henry Press, 2006.

Williams, Terry Tempest. *Refuge*. New York: Vintage Books, 1991.

第十一章　地球共同体的出现

Benyus, Janine. *Biomimicry*. New York: William Morrow, 1997.

Berkes, Firket. *Sacred Ecology*. 2d ed. New York: Routledge, 2008.

Berry, Thomas. *The Dream of the Earth*. San Francisco: Sierra Club Books, 1988.

——. *The Sacred Universe*. Ed. Mary Evelyn Tucker. New York: Columbia University Press, 2009.

Birkeland, Janis. *Positive Development: From Vicious Cycles Through Built Environmental Design*. London: Earthscan, 2008.

Bolen, Jean Shinoda. *Urgent Message from Mother: Gather the Women, Save the World*. Boston: Conari Press, 2005.

Bronk, Richard. *The Romantic Economist*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

Brown, Brian. *Religion, Law, and the Land: Native Americans and the Judicial Interpenetration of Sacred Land*. Westport, CT: Greenwood Press, 1999.

Brown, Cynthia. *Big History: From the Big Bang to the Present*. New York: The New Press, 2007.

Brown, Lester R. *Plan B 4.0: Mobilizing to Save Civilization*. New York and London: W. W. Norton, 2009.

Brown, Peter, and Geoffrey Garver. *Right Relationship: Building a Whole Earth Economy*. San Francisco: Berrett-Koehler, 2009.

Carson, Rachel. *Silent Spring*. Twenty-fifth anniversary edition. Boston: Houghton Miffin, 1987.

Corcoran, Peter, editor-in-chief. *Toward a Sustainable World: The Earth Charter in Action*. Amsterdam: KIT Publishers, 2005.

Crist, Eileen, and H. Bruce Rinker, eds. *Gaia in Turmoil: Climate Change, Biodepletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis*. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

Csikszentmihalyi, Mihaly. *The Evolving Self: A Psychology for the Third Millennium*. New York: HarperCollins, 1993.

Cullinan, Cormac. *Wild Law: A Manifesto for Earth Justice*. Devon, U.K.: Green Books, 2003.

Dalton, Ann Marie, and Henry Simmons. *Ecotheology and the Practice of Hope*. Albany, NY: SUNY Press, 2010.

Daly, Herman E. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press, 1997.

Dellinger, Drew. *Love Letter to the Milky Way: A Book of Poems*. Mill Valley, CA: Planetize the Movement Press, 2002.

Diamond, Irene, and Gloria Femen Orenstein. *Reweaving the World: The Emergence of Ecofeminism*. San Francisco: Sierra Club Books, 1990.

Downton, Paul. *Ecopolis: Architecture and Cities for a Changing Climate*. Dordrecht: Springer, 2009.

Eaton, Heather, and Lois Ann Lorentzen, eds. *Ecofeminism and Globalization*. New York: Rowan and Littlefield, 2003.

Ehrlich, Paul, and Anne Ehrlich. *One with Ninevah: Politics Consumption and the Human Future*. Washington, DC: Island Press, 2004.

Fox, Matthew. *The A.W.E. Project: Reinventing Education, Reinventing the Human*. Kelowna, B.C.: CopperHouse, 2006.

Frank, Adam. *The Constant Fire: Beyond the Science vs. Religion Debate*. Berkeley: University of California Press, 2009.

Genet, Cheryl, Russell Genet, Brian Swimme, Linda Palmer, and Linda Gibler. *The Evolutionary Epic: Science's Story and Humanity's Response*. Santa Margarita, CA: Collins Foundation Press, 2009.

Goerner, Sally, Robert G. Dyck, and Dorothy Lagerroos. *The New Science of Sustainability: Building a Foundation for Great Change*. Chapel Hill, NC: Triangle Center for Complex Systems, 2008.

Goodall, Jane. *Reason for Hope: A Spiritual Journey*. New York: Warner Books, 1999.

Goodwin, Brian. *Nature's Due: Healing Our Fragmented Culture*. Edinburgh, U.K.: Floris Books, 2007.

Gore, Al. *Our Choice: A Plan to Solve the Climate Crisis*. Emmaus, PA: Rodale Press, 2009.

Gregg, Gary. *The Middle East: A Cultural Psychology*. New

York: Oxford University Press, 2005.

Griffin, Susan. *Women and Nature: The Roaring Inside Her*. New York: Harper and Row, 1978.

Haberman, David. *River of Love in an Age of Pollution*. Berkeley, CA: University of California Press, 2006.

Hamilton, Clive. *Growth Fetish*. London: Pluto Press, 2003.

Hathaway, Mark, and Leonardo Boff. *The Tao of Liberation: Exploring the Ecology of Transformation*. Maryknoll, NY: Orbis Books, 2009.

Haught, John. *God After Darwin: A Theology of Evolution.* Boulder, CO: Westview Press, 2001.

Hawken, Paul. *Blessed Unrest*. New York: Viking, 2007.

Henderson, Hazel. *Paradigms in Progress: Life Beyond Economics*. Indianapolis: Knowledge Systems Incorporated, 1991.

Holthaus, Gary. *From the Table to the Farm: What All Americans Need to Know About Agriculture*. Lexington: University of Kentucky, 2007.

Hyams, Edward. *Soil and Civilization*. New York: State Mutual Books, 1980.

Jackson, Wes. *Becoming Native to This Place*. Lexington: University of Kentucky, 1994.

Jenkins, Willis, ed. *The Spirit of Sustainability*. Vol. 1 of

Berkshire Encyclopedia of Sustainability. Great Barrington, MA: Berkshire Publishing, 2009.

Jordon, William R. *The Sunflower Forest: Ecological Restoration and the New Communion with Nature*. Berkeley, CA: University of California Press, 2003.

Kaufman, Gordon. *In Face of Mystery: A Constructive Theology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1995.

Keller, Catherine. *On the Mystery: Discerning God in Process*. Minneapolis, MN: Fortress, 2008.

Kelly, Sean M. *Coming Home: The Birth and Transformation of the Planetary Era*. Great Barrington: Lindisfarne Books, 2010.

Korten, David. *The Great Turning: From Empire to Earth Community*. San Francisco: Berrett-Koehler, 2006.

Leopold, Aldo. *A Sand County Almanac*. New York: Oxford University Press, 1949.

Levin, Simon, ed. *Games, Groups, and the Global Good*. Berlin: Springer, 2009.

Litfin, Karen. "Towards an Integral Perspective on World Politics: Secularism, Sovereignty and the Challenge of Global Ecology." *Millennium: Journal of International Studies* 32/1 (2003): 29–56.

Louv, Richard. *Last Child in the Woods: Saving Our Children*

from Nature-Deficit Disorder. Chapel Hill, NC: Algonquin Books, 2005.

Maathai, Wangari. *The Green Belt Movement*. New York: Lantern Books, 2003.

McDermott, Robert A., and V. S. Naravane, eds. *The Spirit of Modern India: Writings in Philosophy*, Religion, and Culture. Herndon, VA: Lindisfarne Books, 2010.

McKibben, Bill. *Eaarth: A Guide to Living on a Fundamentally Altered Planet*. New York: Times Books, 2010.

Meadows, Donella, Jorgen Randers, and Dennis L. Meadows. *Limits to Growth: The 30-Year Update*. White River Junction, VT: Chelsea Green, 2004.

Merchant, Carolyn. *The Death of Nature: Women, Ecology and the Scientific Revolution*. San Francisco: Harper and Row, 1981.

Miller, James, ed. *The Epic of Evolution: Science and Religion in Dialogue*. AAAS Conference at the Field Museum. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2004.

Moore, Kathleen Dean, and Michael P. Nelson, eds. *Moral Ground: Ethical Action for a Planet in Peril*. San Antonio: Trinity University Press, 2010.

Nash, Roderick. *The Rights of Nature: A History of Environmental*

Ethics. Madison: University of Wisconsin Press, 1989.

Nelson, Melissa K., ed. *Original Instructions: Indigenous Teachings for a Sustainable Future*. Rochester, VT: Bear and Company/Inner Traditions, 2008.

Orr, David. *Ecological Literacy*. Albany, NY: SUNY Press, 1992.

Pavel, Paloma, ed. *Breakthrough Communities: Sustainability and Justice in the Next American Metropolis*. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

Rasmussen, Larry. *Earth Community, Earth Ethics*. Maryknoll, NY: Orbis Books, 1996.

Raymo, Chet. *Skeptics and True Believers: The Exhilarating Connection Between Science and Religion*. New York: Walker and Co., 1998.

Register, Richard. *Ecocities: Building Cities in Balance with Nature*. Berkeley, CA: Beverly Hills Books, 2002.

Rifkin, Jeremy. *The Empathic Civilization: The Race to Global Consciousness in a World in Crisis*. New York: Tarcher/Penguin, 2010.

Ritter, Dale F., R. Craig Kochel, and Jerry R. Miller. *Process Geomorphology*. 5th ed. Long Grove, IL: Waveland Press, 2011.

Rue, Loyal. *Everybody's Story: Wising Up to the Epic of Evolution*.

Albany: State University of New York, 2000.

Sachs, Jeffrey. *Common Wealth: Economics for a Crowded Planet*. New York: Penguin Press, 2008.

Scheffer, Marten. *Critical Transitions in Nature and Society*. Princeton: Princeton University Press, 2009.

Schell, Jonathan. *The Seventh Decode: The New Shape of Nuclear Danger*. New York: Metropolitan Books, 2008.

Schmitz, Oswald. *Ecology and Ecosystem Conservation*. Washington, DC: Island Press, 2007.

Schor, Juliet. *Plenitude: The New Economics of True Wealth*. New York: Penguin Press, 2010.

Selin, Helaine. *Nature Across Cultures: Views of Nature and the Environment in Non-Western Cultures*. Berlin: Springer, 2003.

Shiva, Vandana. *Soil Not Oil: Environmental Justice in an Age of Climate Crisis*. Cambridge, MA: South End Press, 2008.

Speth, James Gustave. *The Bridge at the End of the World: Capitalism, the Environment, and Crossing from Crisis to Sustainability*. New Haven: Yale University Press, 2008.

Spier, Fred. *Big History and the Future of Humanity*. Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2010.

Spretnak, Charlene. *Resurgence of the Real*. New York: Routledge, 1999.

Thomashow, Mitchell. *Bringing the Biosphere Home: Learning to Perceive Global Environmental Change*. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

Tu Weiming. *Commonality and Centrality: An Essay on Confucian Religiousness*. Albany, NY: SUNY Press, 1989.

Tucker, Mary Evelyn. *Worldly Wonder: Religions Enter Their Ecological Phase*. LaSalle, IL: Open Court, 2004.

Tucker, Mary Evelyn, and John Grim, eds. *Worldviews and Ecology: Religion, Philosophy and the Environment*. Maryknoll, NY: Orbis Books, 2008. First published 1994.

Waltner-Toews, David, James J. Kay, and Nina-Marie E. Lister, eds. *The Ecosystem Approach: Complexity, Uncertainty, and Management for Sustainability*. New York: Columbia University Press, 2008.

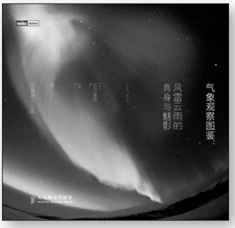
Warren, Julianne Lutz. *Aldo Leopold's Odyssey*. Washington, DC: Island Press, 2006.

Wilson, Edward O. *Biophilia: The Human Bond with Other Species*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984.

——. *The Creation: An Appeal to Save Life on Earth*. New York: Norton, 2007.

Worster, Donald. *Nature's Economy: The Roots of Ecology*. Garden City, NY: Anchor Press/Doubleday, 1977.

更多推荐



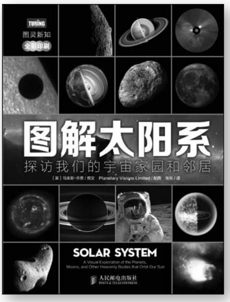
全彩，2015-02，49.00 元



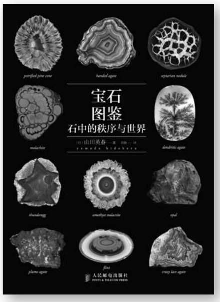
全彩，2015-1，42.00 元



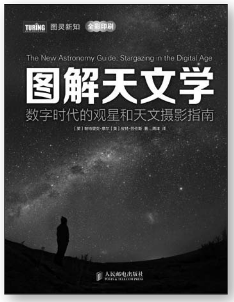
全彩，2015-01，99.00 元



全彩，2014-09，79.00 元



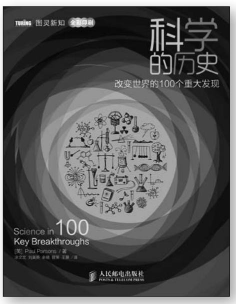
全彩，2014-08，85.00 元



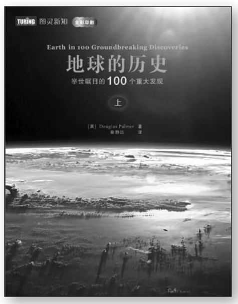
全彩，2014-07，79.00 元



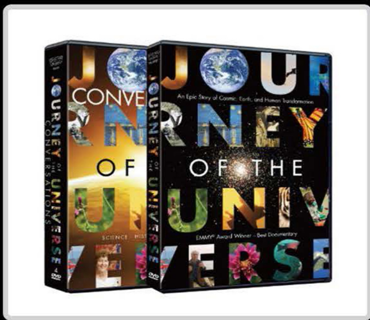
全彩，2014-04，69.00 元



全彩，2014-03，99.00 元



全彩，2013-09，45.00 元 /45.00 元

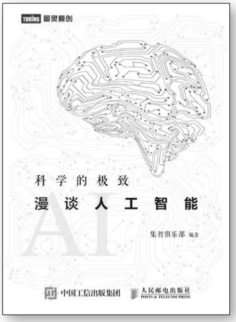


本书是一个更大的跨学科教育项目的一部分，该项目还包括一部时长一小时的艾美奖获奖纪录片、一套二十集的教育系列片，以及相应的课程大纲、参考书目等。更多信息可浏览网站：www.journeyoftheuniverse.org。

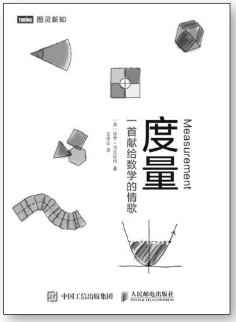
封面图片：智利阿塔卡马沙漠上空围绕南天极的星像迹线［ESO/B. Tafreshi (twanight.org)］。

封面设计 | 83720326@qq.com
自在书装设计

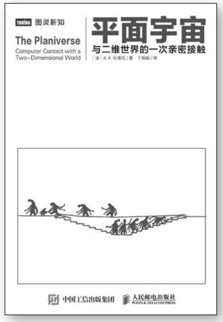
更多推荐



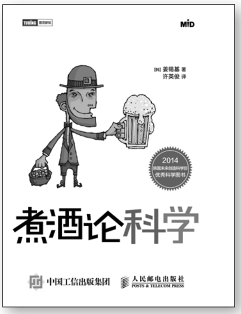
黑白，2015-07，49.00 元



黑白，2015-06，39.00 元



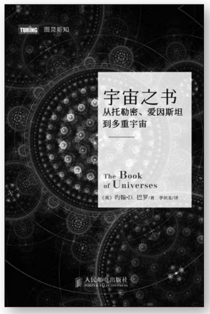
黑白，2015-06，35.00 元



黑白，2015-05，39.00 元



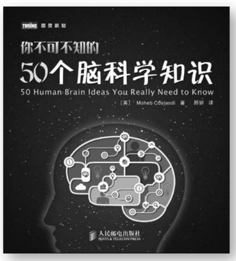
黑白，2015-01，39.00 元



黑白，2013-04，39.00 元



黑白，2014-11，32.00 元



黑白，2014-05，32.00 元



黑白，2013-11，32.00 元

看完了

如果您对本书内容有疑问，可发邮件至contact@turingbook.com，会有编辑或作译者协助答疑。也可访问图灵社区，参与本书讨论。

如果是有关电子书的建议或问题，请联系专用客服邮箱：ebook@turingbook.com。

在这里可以找到我们：

微博 @图灵教育 : 好书、活动每日播报
微博 @图灵社区 : 电子书和好文章的消息
微博 @图灵新知 : 图灵教育的科普小组
微信 图灵访谈 : ituring_interview，讲述码农精彩人生
微信 图灵教育 : turingbooks